



การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อ
การพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ศิริลักษณ์ ไขแก้ว

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนครสวรรค์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อ
การพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2"

ของ ศิริลักษณ์ ไข่แก้ว

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกันธ์ชัย ชะนูนันท์)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



| | |
|------------------------|--|
| ชื่อเรื่อง | การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 |
| ผู้วิจัย | ศิริลักษณ์ ไช้แก้ว |
| ประธานที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกันธ์ชัย ชะนูนันท์ |
| ประเภทสารนิพนธ์ | การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566 |
| คำสำคัญ | การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน, ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน, เครื่องกลอย่างง่าย |

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน และ 2) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน และชิ้นงานของนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวทางการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ การเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อนักเรียน ลักษณะของสถานการณ์จะต้องเอื้อต่อแนวคิดการแก้ปัญหาที่นำองค์ความรู้ด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมมาประยุกต์ใช้ ประกอบกับควรมีแหล่งข้อมูลด้านวัฒนธรรมท้องถิ่น, วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย และข้อมูลต้นทุนของวัสดุในการสร้างโมเดลชิ้นงาน ทั้งนี้ระยะเวลาในการสร้างแนวคิดของนักเรียนควรมีอย่างเพียงพอ และครูควรมีการตรวจสอบแนวคิดที่แต่ละกลุ่มได้เลือก 1 แนวคิดก่อนนำไปสร้างโมเดลชิ้นงานจริง อีกทั้งให้อิสระกับนักเรียนในการเลือกใช้วัสดุสำหรับสร้างโมเดลชิ้นงาน และควรชี้แจงเพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียนในเรื่องของเกณฑ์การประเมินโมเดลชิ้นงานเพื่อให้นักเรียนสามารถสะท้อนข้อคิดเห็นได้ตรงตามประเด็นที่ครูกำหนด และ 2) นักเรียนมีพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเพิ่มขึ้นในทั้ง 6 องค์ประกอบและแต่ละองค์ประกอบอยู่ในระดับ 4



| | |
|-----------------------|--|
| Title | THE DESIGN THINKING BASED LEARNING MANAGEMENT TO DEVELOP CREATIVITY FOR SUSTAINABILITY ABOUT SIMPLE MACHINE FOR GRADE 8 STUDENTS |
| Author | Siriluck Khaikaew |
| Advisor | Assistant Professor Dr. Skonchai Chanunan |
| Academic Paper | M.Ed. Independent Study in Science Education, Naresuan University, 2023 |
| Keywords | Design thinking-based learning management, Creativity for sustainability, Simple Machines |

ABSTRACT

The purposes of research were 1) to study the design thinking-based learning management for the development of creativity for sustainability on the topic of simple machines, and 2) to study the results of the development of creativity for sustainability following the design thinking-based learning management. The research instruments included three lesson plans, reflective learning management, activity sheets, creativity for sustainability assessment and students' projects. The results revealed that 1) for the learning management of design thinking-based learning to develop creativity for sustainability, teachers should emphasize selecting situations that are students' daily lives or situations that impact them, the characteristics of the situations should support problem-solving ideas that apply social, economic, and environmental knowledge. Teachers should prepare information on local cultural, materials that reduce waste generation, and information on the cost of materials for creating model. Students should have sufficient time to develop their ideas, and teachers should review the ideas before proceeding to create the model. Additionally, students should be given the freedom to choose materials for creating the model. It's important to explain the assessment criteria for the model pieces to ensure students understand how their work will be evaluated based on the points set by the teacher. 2) Students who received learning management using design thinking-based learning have increased development of creativity for sustainability

across all six components, with each component at level 4.



ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกันธ์ชัย ชะนูนันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาต่าง ๆ ในการทำเครื่องมือวิจัย อีกทั้งยังให้กำลังใจ และข้อคิดในด้านบวกในการทำ การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่ดีที่ทำให้ผู้วิจัยทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ได้อย่างลุล่วงสมบูรณ์

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ ดร.สุรียา ชาปุ๋ นางประพาพรรณ พูลเจริญศิลป์ และ นายอรุณรัชช์ ศาสตร์สกุล ที่ให้ความกรุณาในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร และคณะครูโรงเรียนวัดสังฆราชาวาสที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ที่ให้ความร่วมมือและตั้งใจร่วมกิจกรรมเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่สาวที่คอยให้กำลังใจ ห่วงใย เข้าใจ และให้การสนับสนุนผู้วิจัยให้ก้าวผ่านอุปสรรคทุก ๆ อย่างเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจ และขอบคุณบุคคลที่เชื่อมั่นในตัวของผู้วิจัยซึ่งคอยให้กำลังใจที่ดีกับผู้วิจัยเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน ที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาการและประสบการณ์ต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยกำลังศึกษา และขอขอบคุณพี่ ๆ และเพื่อน ๆ ในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคนที่ใจดี คอยให้กำลังใจ ผลักดัน และให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยเสมอมา

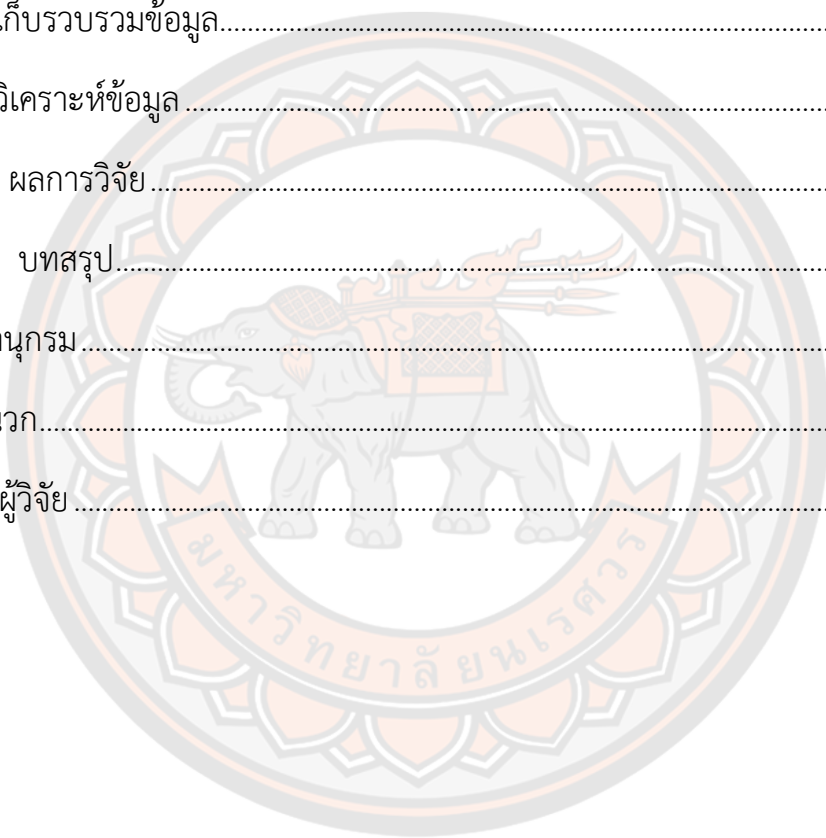
คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแต่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

ศิริลักษณ์ ไช้แก้ว

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ค |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| ประกาศคุุณูปการ..... | ช |
| สารบัญ..... | ซ |
| สารบัญตาราง..... | ญ |
| สารบัญภาพ..... | ฉ |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| ความเป็นมาของปัญหา..... | 1 |
| คำถามวิจัย..... | 4 |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 4 |
| ขอบเขตของงานวิจัย..... | 4 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 5 |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 7 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 8 |
| หลักสูตรสถานศึกษา..... | 9 |
| ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน..... | 13 |
| การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)..... | 34 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 40 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 43 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| รูปแบบการวิจัย..... | 43 |
| ผู้เข้าร่วมวิจัย..... | 45 |
| บริบทห้องเรียน | 45 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 45 |
| ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย | 47 |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 52 |
| การวิเคราะห์ข้อมูล | 54 |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย..... | 61 |
| บทที่ 5 บทสรุป..... | 118 |
| บรรณานุกรม..... | 127 |
| ภาคผนวก..... | 134 |
| ประวัติผู้วิจัย..... | 168 |



สารบัญตาราง

หน้า

| | |
|--|----|
| ตาราง 1 รายวิชาและหน่วยกิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1..... | 9 |
| ตาราง 2 รายวิชาและหน่วยกิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 | 10 |
| ตาราง 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง งานและพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | 12 |
| ตาราง 4 การสังเคราะห์ความหมายของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน.... | 28 |
| ตาราง 5 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เกณฑ์การออกแบบอย่างยั่งยืนในโครงการออกแบบขั้นสูง | 30 |
| ตาราง 6 ตัวอย่างประเด็นการพิจารณาและระดับของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน | 32 |
| ตาราง 7 สรุปคำถามวิจัยและเครื่องมือวิจัย..... | 46 |
| ตาราง 8 ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ สถานการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้ ประเภทของชิ้นงาน และจำนวนชั่วโมงเรียน | 48 |
| ตาราง 9 คำถามวิจัย เครื่องมือและเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 53 |
| ตาราง 10 แนวทางการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละวงจรปฏิบัติการในงานวิจัยครั้งนี้ | 53 |
| ตาราง 11 การวิเคราะห์องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียน | 56 |
| ตาราง 12 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการพัฒนาการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ | 88 |
| ตาราง 13 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการพัฒนาการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และสามารถนำไปใช้ได้ จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้..... | 92 |

| | |
|--|-----|
| ตาราง 14 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการพัฒนาการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้..... | 97 |
| ตาราง 15 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ใน การสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านสังคม) จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้..... | 102 |
| ตาราง 16 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการประมาณการต้นทุนสำหรับสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้..... | 107 |
| ตาราง 17 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้..... | 111 |
| ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง Water delivery | 156 |
| ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง Trash pickup..... | 158 |
| ตาราง 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง Zero Heroes ลดขยะ..... | 160 |
| ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน | 167 |

สารบัญภาพ

| | หน้า |
|--|------|
| ภาพ 1 สามมิติหลักของการพัฒนาอย่างยั่งยืน | 25 |
| ภาพ 2 การคิดเชิงออกแบบของมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford d. school) 5 ขั้นตอน | 37 |
| ภาพ 3 กระบวนการออกแบบ Double Diamond Process ของ UK Design Council..... | 38 |
| ภาพ 4 การคิดเชิงออกแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | 38 |
| ภาพ 5 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research)..... | 44 |
| ภาพ 6 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 Water delivery | 63 |
| ภาพ 7 นักเรียนกลุ่ม 3 ขณะสร้างโมเดลอุปกรณ์รดน้ำ | 65 |
| ภาพ 8 นักเรียนกลุ่ม 2 ขณะสร้างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ | 70 |
| ภาพ 9 ตัวแทนนักเรียนกลุ่ม 2 ขณะนำเสนอและทดสอบโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ..... | 71 |
| ภาพ 10 นักเรียนกลุ่ม 3 ขณะสร้างโมเดลของที่ระลึก | 75 |
| ภาพ 11 ตัวอย่างโมเดลชิ้นงานของที่ระลึกจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 Zero Heroes ลด ขยะ | 77 |
| ภาพ 12 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 6 จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 Trash pickup..... | 78 |
| ภาพ 13 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 2 จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 Water delivery | 79 |
| ภาพ 14 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 4 จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 Trash pickup..... | 80 |

| | |
|---|----|
| ภาพ 15 ตัวอย่างโมเดลของเล่นของกลุ่มที่ 4 จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 Zero Heroes ลดขยะ..... | 81 |
| ภาพ 16 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 4 จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 Trash pickup..... | 82 |
| ภาพ 17 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 4 จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 Zero Heroes ลดขยะ..... | 82 |
| ภาพ 18 ร้อยละในการพัฒนาการสร้างสรรค์หรือวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละระดับของ นักเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้..... | 88 |
| ภาพ 19 ใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่ม 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1..... | 89 |
| ภาพ 20 ใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่ม 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 90 |
| ภาพ 21 ใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่ม 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3..... | 90 |
| ภาพ 22 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้านการสร้างสรรค์ หรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายของนักเรียนคนที่ 35..... | 91 |
| ภาพ 23 ร้อยละในการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และสามารถนำไปใช้ได้ ในแต่ละระดับของนักเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการ เรียนรู้..... | 92 |
| ภาพ 24 ใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 3 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1..... | 93 |
| ภาพ 25 ตัวอย่างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะของนักเรียนกลุ่มที่ 2..... | 94 |
| ภาพ 26 ตัวอย่างโมเดลอุปกรณ์ของที่ระลึกของนักเรียนกลุ่มที่ 3..... | 95 |
| ภาพ 27 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้านการออกแบบและ สร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ของนักเรียนคนที่ 12..... | 95 |
| ภาพ 28 ร้อยละในการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) ในแต่ละระดับ ของนักเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้..... | 96 |

| | |
|--|-----|
| ภาพ 29 ใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่ม 2 ที่แสดงรายการวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างโมเดล อุปกรณ์รตน้ำ..... | 97 |
| ภาพ 30 ใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่ม 2 ที่ให้เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ..... | 98 |
| ภาพ 31 ตัวอย่างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะของนักเรียนกลุ่มที่ 3 | 98 |
| ภาพ 32 ตัวอย่างโครงร่างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะของนักเรียนกลุ่มที่ 3 | 99 |
| ภาพ 33 ตัวอย่างโมเดลของที่ระลึกของนักเรียนกลุ่ม 2 | 100 |
| ภาพ 34 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้านการออกแบบและ สร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ของนักเรียนคนที่ 9 | 101 |
| ภาพ 35 ร้อยละในการนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ ชิ้นงาน (ด้านสังคม) ในแต่ละระดับของนักเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และ แบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ | 101 |
| ภาพ 36 ตัวอย่างโมเดลอุปกรณ์รตน้ำของนักเรียนกลุ่ม 5..... | 103 |
| ภาพ 37 ใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่ม 5 ที่ระบุสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นนำมา ประยุกต์ใช้กับชิ้นงานในแต่ละแบบร่าง | 103 |
| ภาพ 38 ตัวอย่างโครงร่างอุปกรณ์เก็บขยะของนักเรียนกลุ่ม 5 | 104 |
| ภาพ 39 ตัวอย่างโมเดลของเล่นเนื่องในงานเทศกาลกินปลา ของนักเรียนกลุ่ม 6..... | 105 |
| ภาพ 40 ร้อยละของนักเรียนในการประเมินการต้นทุนสำหรับสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้าน เศรษฐกิจ) ในแต่ละระดับของนักเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลัง การจัดการเรียนรู้ | 106 |
| ภาพ 41 ใบกิจกรรมที่แสดงกระบวนการประเมินการต้นทุนในการสร้างโมเดลอุปกรณ์รต น้ำในแต่ละแบบร่าง ของนักเรียนกลุ่ม 1..... | 107 |
| ภาพ 42 ใบกิจกรรมที่แสดงกระบวนการประเมินการต้นทุนในการสร้างโมเดลอุปกรณ์ เก็บขยะในแต่ละแบบร่าง ของนักเรียนกลุ่ม 3..... | 108 |

| | |
|---|-----|
| ภาพ 43 ใบกิจกรรมที่แสดงกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกในแต่ละแบบร่าง ของนักเรียนกลุ่ม 5..... | 109 |
| ภาพ 44 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้านกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) ของนักเรียนคนที่ 31..... | 109 |
| ภาพ 45 ร้อยละของนักเรียนในการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ในแต่ละระดับของนักเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้..... | 110 |
| ภาพ 46 ใบกิจกรรม ข้อ 6) ข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการปรับปรุงโมเดลอุปกรณ์รดน้ำของนักเรียนกลุ่ม 4..... | 112 |
| ภาพ 47 ใบกิจกรรม ข้อ 7) แนวทางการแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานโมเดลอุปกรณ์รดน้ำของนักเรียนกลุ่ม 4..... | 112 |
| ภาพ 48 ใบกิจกรรม ข้อ 6) ข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการปรับปรุงโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะของนักเรียนกลุ่ม 4..... | 113 |
| ภาพ 49 ใบกิจกรรม ข้อ 7) แนวทางการแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะของนักเรียนกลุ่ม 2..... | 114 |
| ภาพ 50 ใบกิจกรรม ข้อ 6) ข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการปรับปรุงโมเดลของที่ระลึกของนักเรียนกลุ่ม 2..... | 115 |
| ภาพ 51 ใบกิจกรรม ข้อ 7) แนวทางการแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานโมเดลของที่ระลึกของนักเรียนกลุ่ม 3..... | 115 |
| ภาพ 52 ตัวอย่างโครงร่างของอุปกรณ์ย่อยใบไม้ ของนักเรียนคนที่ 35..... | 116 |
| ภาพ 53 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้านการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงาน ของนักเรียนคนที่ 35..... | 117 |

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ความซับซ้อนและความไม่แน่นอนกลายเป็นบรรทัดฐาน เป็นบริบทใหม่ ไม่ใช่แค่ความเสี่ยง โลกดูเหมือนจะดำเนินไปตามกฎชุดใหม่ที่ยากต่อการสังเกตโดยตรง หลายภาคส่วนเรียกสิ่งนี้ว่า “โลก VUCA (VUCA World)” ซึ่งแต่เดิมนั้นอธิบายถึงความผันผวน ความไม่แน่นอน ความซับซ้อน และความคลุมเครือที่หลงเหลือหลังสงครามเย็น แต่ในทุกวันนี้ เทคโนโลยี การกระจายอำนาจ การเพิ่มขึ้นขององค์กรอิสระ และปัจจัยอื่นๆ ได้เร่งการเติบโตของ VUCA ในทุกๆ พื้นที่ (OECD, 2020) ในการรับมือกับกระแสโลกที่ผันผวน หรือ VUCA World นี้ ทุกคนต่างพุ่งเป้าไปที่การศึกษาซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาคน จึงเป็นความจำเป็นที่การศึกษาจะต้องทบทวน และปรับเปลี่ยน เพื่อสร้างผู้เรียนให้มีทักษะและสมรรถนะที่สำคัญจำเป็น สามารถปรับตัวให้อยู่ในสังคมโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ผลักดัน ไม่แน่นอน ซับซ้อนและคลุมเครือได้ และพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันและอนาคต (วิวัฒนาการ, 2563) ประกอบกับความท้าทายที่เป็นพลวัตของโลกศตวรรษที่ 21 ทั้งในส่วนที่เป็นแรงกดดันภายนอก ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของบริบทเศรษฐกิจและสังคมโลก อันเนื่องจากการปฏิวัติดิจิทัล (Digital Revolution) การเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรม 4.0 (The Fourth Industrial Revolution) และความต้องการกำลังคนในศตวรรษที่ 21 (แผนการศึกษาแห่งชาติ, 2560 - 2579)

การปฏิวัติอุตสาหกรรม 4.0 จะช่วยเปิดช่องทางใหม่สำหรับความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่ขับเคลื่อนด้วยวิทยาศาสตร์ ทำให้โลกต้องหันไปพึ่งทรัพยากรหมุนเวียน ความเฉลียวฉลาด และความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์จะช่วยให้บรรลุความยั่งยืนในระยะยาว อาจกล่าวได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นหัวใจสำคัญของความยั่งยืน โดยมีรากฐานมากจากแนวทางปฏิบัติทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม (Hans, 2019) สหประชาชาติ สะท้อนว่าคนไทยทุกช่วงวัยมีความรู้ความสามารถโดยรวมเพิ่มขึ้น แต่กลับพบว่าทักษะด้านการศึกษาหาความรู้ลดลง มีจำนวนเยาวชนที่ไม่ได้เรียนและไม่ได้ทำงานใด ๆ เพิ่มขึ้น ทำให้ศักยภาพของเยาวชนกลุ่มนี้ไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์และไม่ได้ได้รับการพัฒนา การพัฒนาทุนทรัพยากรมนุษย์เชิงคุณภาพเป็นความท้าทายที่สำคัญ จากรายงานขององค์กรเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา ได้ทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนอายุ 15 ปี ทั่วโลก ในด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการอ่าน พบว่านักเรียนไทยร้อยละ 59.5 อยู่ในกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และมีนักเรียนไทยเพียงร้อยละ 0.18 ที่ทำคะแนนได้ในระดับสูงกว่าค่ามาตรฐาน อีกทั้งยังขาดความเชื่อมโยงระหว่างระบบการศึกษาและตลาดแรงงาน ข้อยกักตุนในการผลิต การยกระดับทักษะแรงงานให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดที่มีแนวโน้มต้องการทักษะที่

เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากยิ่งขึ้น ทักษะที่เทคโนโลยีไม่สามารถทดแทนได้ โดยเฉพาะทักษะทางพฤติกรรม อาทิ ทักษะมนุษย์ การคิดเชิงวิพากษ์ การทำงานเป็นทีม หรือความคิดสร้างสรรค์ (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎมนตรี, 2565) ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา กลุ่มนักการศึกษา นักวิชาการและหน่วยงานของรัฐได้ระบุและส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญและควรพัฒนาซึ่งหนึ่งในนั้นคือ ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งถือเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่ในภาคอุตสาหกรรมต้องการนวัตกรรม ความสามารถในการคิดนอกกรอบ สามารถปรับเข้ากับวิธีการต่าง ๆ เพื่อได้มาซึ่งวิธีการใหม่ที่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ (Kristen, 2019) ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในปัจจุบันได้ส่งผลให้การทำงานในอาชีพต่าง ๆ มีลักษณะเป็นงานสร้างสรรค์มากขึ้น การสร้างสรรค์ จึงเป็นจุดเน้นในการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกระดับการศึกษา ศักยภาพด้านการสร้างสรรค์จะเป็นปัจจัยกำหนดให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานใด ๆ ได้อย่างมีคุณภาพและยั่งยืน (วิชัย, 2563) ความคิดสร้างสรรค์มีอิทธิพลในเชิงบวกต่อความสนใจ เอกลักษณะและการพัฒนาทางสังคมและอารมณ์ของนักเรียน โดยผ่านการตีความจากประสบการณ์ การกระทำที่แปลกใหม่และมีความหมายต่อตัวบุคคล ความคิดสร้างสรรค์สามารถช่วยให้นักเรียนปรับตัวเข้ากับโลกที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและรวดเร็วได้ การสนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสามารถช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาสังคมที่พวกเขาอาศัยอยู่ ทั้งในปัจจุบันและในฐานะบุคคลที่ต้องทำงานในอนาคต (OECD, 2022)

นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์ยังถือเป็นคุณลักษณะสำคัญของชีวิตมนุษย์ทั้งในปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากเป็นหนึ่งในความสามารถหลักเพื่อการบรรลุความยั่งยืน หากไม่มีความสามารถนี้ กระบวนทัศน์ของการพัฒนาอย่างยั่งยืนอาจไม่สามารถทำได้เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์จะช่วยหาวิธีการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน (Francisco, Zamora Polo and Jesus, Sanchez Martin, 2019) หากพิจารณาถึงทรัพยากรของโลกที่เหลืออยู่จะพบว่าทางเลือกในการใช้ทรัพยากรหมุนเวียนนั้นเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ดังนั้นความเฉลียวฉลาดและความคิดสร้างสรรค์ในการศึกษาด้านสุขภาพ วิทยาศาสตร์ วัฒนธรรม การสื่อสารและข้อมูลถือเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) ในวาระปี 2030 (Hans, 2019)

วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้

วิทยาศาสตร์ เพื่อที่มามีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) หากแต่การพัฒนาอย่างรวดเร็วของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทำให้เกิดการเข้าถึงทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่เคยปรากฏมาก่อนจึงอาจนำมาซึ่งความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ผู้ที่กำหนดนโยบายต่าง ๆ จึงเรียกร้องให้มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์ในด้านของการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมและทำให้เกิดความยั่งยืน (Meadows, 1972 อ้างถึงใน Rabab Saleh and Alexander Brem, 2023) ประกอบกับทิศทางการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย ให้ความสำคัญกับการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสมัยใหม่ และความคิดสร้างสรรค์ ควบคู่กับการรักษาความสมดุลระหว่างการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากฐานทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรีย, 2565) ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตในโลกยุคปัจจุบัน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ โดยในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ องค์ความรู้เรื่อง งาน กำลังและเครื่องกลอย่างง่าย มีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ตัวอย่างเช่น การออกแรงดันโต๊ะ การยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก การลำเลียงของขึ้นที่สูง เป็นต้น แต่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาของผู้สอนนั้นยังเป็นการบรรยายโดยใช้เนื้อหาจากหนังสือเรียนเป็นหลัก ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพียงแนวคิด หลักการ ขาดการนำความรู้ที่ได้มาปรับใช้สร้างสิ่งใหม่ที่มีประโยชน์ ขาดการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่นำความรู้ในเรื่องที่ผู้เรียนศึกษามาใช้ ขาดกระบวนการคิดไตร่ตรองถึงผลกระทบของชิ้นงานหรือสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันว่ามีผลกระทบต่อด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐกิจ และด้านสังคมอย่างไร จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ควรเน้นให้ผู้เรียนได้คิดค้นสิ่งใหม่ ออกแบบสร้างสรรค์ผลงานจากการนำเอาความรู้ในเรื่องที่เรียนมาปรับใช้ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันโดยชิ้นงานที่นักเรียนได้ออกแบบหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้นจะต้องอยู่ในบริบทของความยั่งยืน และอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยพบว่ามีแนวทางการจัดการเรียนรู้หลากหลายวิธี การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) คือ กรอบความคิดและแนวทางในการเรียนรู้ การทำงานและการแก้ปัญหาาร่วมกัน โดยทั่วไปแล้วการจัดการเรียนรู้จะวิเคราะห์และมุ่งเน้นการออกแบบ การกระตุ้นคิดให้ผู้เรียนตั้งคำถาม คิดแตกต่าง ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความเห็นอกเห็นใจ ความอยากรู้อยากเห็น รวมถึงความคิดสร้างสรรค์อีกทางหนึ่ง (teaching & learning lab, 2015) เนื่องจากการออกแบบต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบจึงช่วยให้นักเรียนเห็นว่า ความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์มีประโยชน์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน จากแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมา มีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สมโภชน์ พูลเขตกิจ ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนาทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแนวคิดเชิงออกแบบ นักเรียนมีทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรมคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก (สมโภชน์ พูลเขตกิจ, 2563) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยการใช้แนวคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน จึงนับว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจ เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนโดยผ่านการลงมือสร้างสรรค์ชิ้นงานในบริบทที่มีความเกี่ยวข้องกับความยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีแนวทางอย่างไร
2. เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยครั้งนี้มี 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านแหล่งข้อมูล ด้านตัวแปร และด้านระยะเวลา

1. ด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ คือ เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ รายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว22102) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามโครงสร้าง หลักสูตรสถานศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 แผนการเรียนรู้ ดังนี้

| | |
|--|-----------------|
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง Water delivery | จำนวน 4 ชั่วโมง |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง Trash pickup | จำนวน 4 ชั่วโมง |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง Zero Heroes ลดขยะ | จำนวน 4 ชั่วโมง |

2. ด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดสิงห์บุรี ปีการศึกษา 2566 จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3. ด้านสิ่งที่ศึกษา

สิ่งที่ศึกษา ประกอบด้วย

- 3.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน
- 3.2 ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

4. ด้านระยะเวลา

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2566 เป็น ระยะเวลา 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน** คือ ความสามารถของนักเรียนในการ สร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ หรือการค้นพบแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย การพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งสามารถวัดได้จากกิจกรรมต่าง ๆ ที่นักเรียนลงมือปฏิบัติ หรือชิ้นงานที่ นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตนเอง โดยการท้าววิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวัด 6 ด้าน คือ

1.1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย หมายถึง นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดเพื่อนำมา แก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างน้อย 3 แนวคิดที่มีความแตกต่างกัน

1.2 การสร้างแนวคิดที่สร้างสรรค์ หมายถึง นักเรียนสามารถค้นพบแนวคิดที่แปลก ใหม่และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

1.3 ด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง นักเรียนสามารถเลือกใช้วัสดุที่ปลอดภัย ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม หรือเลือกใช้วัสดุที่ลดการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติ ลดการเกิดของเสีย หรือเลือกใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียนมาใช้ในการสร้างชิ้นงาน

1.4 ด้านสังคม หมายถึง นักเรียนสามารถนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาผสมผสานในชิ้นงาน รวมถึงเลือกใช้วัสดุที่ปลอดภัยและไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ในการสร้างชิ้นงาน

1.5 ด้านเศรษฐกิจ หมายถึง นักเรียนสามารถประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเองได้

1.6 การประเมินและปรับปรุงแนวคิด หมายถึง นักเรียนสามารถประเมินข้อดีข้อจำกัด และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานได้

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่แปลกใหม่ผ่านการทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้ได้แนวคิดหรือชิ้นงานที่ตอบสนองความต้องการ สภาพปัญหาและเป็นประโยชน์ต่อสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้ (Stanford d. school, 2004 อ้างอิงใน ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ, 2560)

2.1 ขั้นทำความเข้าใจ (Empathize) คือ นักเรียนทำความเข้าใจความท้าทาย สภาพปัญหา จากเหตุการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน จากข่าว หรือรายงาน เป็นต้น รวมถึงการทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายโดยวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดต่าง ๆ โดยอาจเริ่มจากการใช้คำถาม การตั้งสมมติฐาน

2.2 ขั้นนิยามปัญหา (Define) คือ นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ขั้นทำความเข้าใจมาเขียนลงบนกระดาษโน้ต (post-it) จากนั้นร่วมกันอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อสรุปประเด็นสำคัญและลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่ต้องการออกแบบ เพื่อให้ได้กรอบโจทย์ที่ชัดเจน

2.3 ขั้นสร้างแนวคิด (Ideate) คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวม และการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ เรื่องเครื่องกลอย่างง่าย มาสร้างแนวคิดที่หลากหลายอย่างน้อย 3 แนวคิดที่แตกต่างกัน

2.4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) คือ นักเรียนเลือก 1 แนวคิดจาก 3 แนวคิด เพื่อนำมาออกแบบร่างชิ้นงานที่แต่ละกลุ่มต้องการสร้างเพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

2.5 ขั้นทดสอบ (Test) คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของตนเอง โดยนักเรียนได้ประเมินชิ้นงานของเพื่อนกลุ่มอื่น มีการบอกข้อดี ข้อจำกัดในชิ้นงานที่กลุ่มอื่นนำเสนอ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงหรือพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานของครู ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย
2. ได้แนวทางในการพัฒนานักเรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษา ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษา
 - 1.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 1.2 โครงสร้างหลักสูตร
 - 1.3 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 - 1.4 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน
2. ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน
 - 2.1 ความหมายและความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์
 - 2.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
 - 2.3 ลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์
 - 2.4 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
 - 2.5 การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์
 - 2.6 ความเป็นมาของการพัฒนาอย่างยั่งยืน
 - 2.7 ความหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืน
 - 2.8 ความสำคัญของการพัฒนาอย่างยั่งยืน
 - 2.9 ความหมายและความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน
 - 2.10 การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน
3. การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)
 - 3.1 ความหมายของการคิดเชิงออกแบบ
 - 3.2 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษา

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2565 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง 2560) มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรมรักแผ่นดิน ถิ่นวีรชน ดำเนินชีวิตตามแนวทางหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการใช้เทคโนโลยี ตอบสนองความต้องการของสังคมไทยและสอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21

2. โครงสร้างหลักสูตร

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และตอบสนองต่อนโยบายของรัฐบาล หน่วยงานต้นสังกัด โดยได้กำหนดโครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา คำอธิบายรายวิชาตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาโครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตาราง 1 รายวิชาและหน่วยกิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1

| รหัสวิชา | รายวิชา | หน่วยกิต/ชั่วโมง |
|-------------------------|-----------------------------|------------------|
| รายวิชาพื้นฐาน | | |
| ท22101 | ภาษาไทย | 1.5/60 |
| ค22101 | คณิตศาสตร์ | 1.5/60 |
| ว22101 | วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | 2.0/80 |
| ส22101 | สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม | 1.5/60 |
| ส22102 | ประวัติศาสตร์ | 0.5/20 |
| พ22101 | สุขศึกษาและพลศึกษา | 1.0/40 |
| ศ22101 | ศิลปะ | 1.0/40 |
| ง22101 | การงานอาชีพ | 0.5/20 |
| อ22101 | ภาษาอังกฤษ | 1.5/60 |
| รายวิชาเพิ่มเติม | | |
| ส22203 | เศรษฐกิจพอเพียง | 0.5/20 |
| ส22204 | การป้องกันการทุจริต | 0.5/20 |

| รหัสวิชา | รายวิชา | หน่วยกิต/ชั่วโมง |
|-----------------------------|--|------------------|
| ง22201 | การใช้โปรแกรมประมวลผลคำ | 1.0/40 |
| กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน | | |
| | · กิจกรรมแนะแนว | 20 |
| | · กิจกรรมนักเรียน | |
| | - ลูกเสือ เนตรนารี | 20 |
| | - ชุมนวม | 20 |
| | · กิจกรรมเพื่อสังคมฯ (บูรณาการลง สู่กิจกรรมที่โรงเรียนดำเนินการอยู่ แล้ว ภาคเรียนละไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง) | - |
| | รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น | 600/13.0 |

ตาราง 2 รายวิชาและหน่วยกิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

| รหัสวิชา | รายวิชา | หน่วยกิต/ชั่วโมง |
|-------------------------|-----------------------------|------------------|
| รายวิชาพื้นฐาน | | |
| ท22102 | ภาษาไทย | 1.5/60 |
| ค22102 | คณิตศาสตร์ | 1.5/60 |
| ว22102 | วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | 2.0/80 |
| ส22102 | สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม | 1.5/60 |
| ส22104 | ประวัติศาสตร์ | 0.5/20 |
| พ22102 | สุขศึกษาและพลศึกษา | 1.0/40 |
| ศ22102 | ศิลปะ | 1.0/40 |
| ง22102 | การงานอาชีพ | 0.5/20 |
| อ22102 | ภาษาอังกฤษ | 1.5/60 |
| รายวิชาเพิ่มเติม | | |
| ส22207 | เศรษฐกิจพอเพียง | 0.5/20 |
| ส22208 | การป้องกันการทุจริต | 0.5/20 |
| ง22202 | การใช้โปรแกรม Excel | 1.0/40 |

| กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน | |
|--|-----------------|
| · กิจกรรมแนะแนว | 20 |
| · กิจกรรมนักเรียน | |
| - ลูกเสือ เนตรนารี | 20 |
| - ชุมนวม | 20 |
| · กิจกรรมเพื่อสังคมฯ (บูรณาการลง สู่กิจกรรมที่โรงเรียนดำเนินการอยู่ แล้ว ภาคเรียนละไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง) | - |
| รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น | 600/13.0 |

3. คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดคำอธิบายรายวิชา วิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว22102 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 เวลา 80 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 2.0 หน่วยกิต มีรายละเอียด ดังนี้

ศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นผลของแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อ วัตถุในแนวเดียวกัน แรงที่กระทำต่อวัตถุในของเหลว การจม การลอยของวัตถุในของเหลว แรงเสียดทานและแรงอื่น ๆ ที่กระทำต่อวัตถุ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความดันของของเหลว ปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง เปรียบเทียบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้าและสนามโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุ ความหมายและคำนวณอัตราเร็ว ความเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุ การกระจัดของวัตถุจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ศึกษาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงาน และกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย พลังงานจลน์ และ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานทดแทน อธิบาย โครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี กระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน การสะสมตัวของตะกอน ลักษณะของหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน การตรวจวัดคุณสมบัติบางประการของดิน กระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน แนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืน อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบและแผ่นดินทรุด

โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด

ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

4. หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน

จากโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถแยกเวลาเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน ได้ดังปรากฏในตารางที่ 3

ตาราง 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง งานและพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| หน่วยการเรียนรู้ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) | ตัวชี้วัด |
|------------------|---|----------------|--|
| 5 | งานและพลังงาน - งานและกำลัง - เครื่องกลอย่างง่าย - พลังงาน ศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ - กฎการอนุรักษ์พลังงาน | 15 | - วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้ - วิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้ - ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่าย โดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน - ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง - แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่าง |

| หน่วยการเรียนรู้ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) | ตัวชี้วัด |
|------------------|----------------------|----------------|---|
| | | | <p>พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัวจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p>- วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน</p> |

ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

1. ความหมายและความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่านิยามวิชาการให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

ประสาร มาลากุล (2545) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดที่ใหม่ แปลกแตกต่างจากเดิม ซึ่งอาจเกิดจากการคิดปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่แล้ว หรือการใช้จินตนาการคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ขึ้นมา
2. เป็นการคิดมุ่งแก้ปัญหา ที่เกิดจากความต้องการของบุคคล หรือความจำเป็นจากสิ่งแวดล้อมโดยมีลักษณะของความไวต่อการรับรู้ถึงปัญหาหรือการคิดค้นพบปัญหาในแง่มุมหรือรูปแบบที่แตกต่างจากธรรมดา
3. เป็นการคิดที่มีคุณค่า เป็นประโยชน์ มิใช่คิดฟุ้งซ่านให้แปลกๆ แตกต่าง แต่ไร้สาระ หรือเป็นอันตราย เป็นการคิดแปลกใหม่ที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหา มีทางที่เป็นไปได้และใช้ประโยชน์ได้จริง

กล่าวโดยรวม ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับใช้กันมากที่สุด คือ ความคิดที่มุ่งแก้ปัญหาหรือประดิษฐ์คิดค้นในแนวทางที่ใหม่ แปลก แตกต่างจากเดิมและมีคุณค่าเป็นประโยชน์

อารี พันธุ์ณี (2545) ความคิดสร้างสรรค์ คือ กระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะเอกนัย อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ประยุกต์จากความคิดเดิมผสมผสานให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่างๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ

ได้อธิบายความหมายของความคิดสร้างสรรค์ได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะทางกระบวนการ หมายถึง ความรู้สึกไวต่อปัญหาและสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบและนำผลไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสิ่งใหม่ต่อไป
2. ลักษณะของบุคคล หมายถึง บุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น ใฝ่รู้หรือรื้อฟื้น กล้าคิด กล้าแสดง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีอารมณ์ขัน มีจินตนาการ และมีความยืดหยุ่นทั้งความคิดและการกระทำ และเป็นบุคคลที่มีความสุขกับการทำงานหรือสิ่งที่ตนพอใจและไม่หวังผลจากการประเมินภายนอก
3. ลักษณะทางผลิตผล หมายถึง คุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่ขั้นต่ำที่แสดงผลที่เกิดจากความพอใจของตนที่จะแสดงออกซึ่งความคิดและการกระทำ จนกระทั่งพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกทักษะ และค่อยคิดได้เองจนถึงระดับการคิดค้นพบทฤษฎี หลักการ และการประดิษฐ์คิดค้นต่างๆ

วจี ปัญญาใส (2555) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) หมายถึง ความสามารถของสมองในการคิดตอบสนองต่อเหตุการณ์หรือปัญหาได้หลายทิศทาง คิดได้แปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบเดิม รวมทั้งสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ อันเป็นแนวทางไปสู่การค้นพบทฤษฎีและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่มีคุณค่าต่อตนเองและสังคม

ดวงเดือน ศาสตรภักดิ์ (2557) การคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิดที่นำไปสู่นวัตกรรม การแก้ปัญหา หรือการสังเคราะห์ในเรื่องต่างๆ สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ มีประโยชน์ มีคุณค่า และมีความเหมาะสม

ประจักษ์ ปฏิทัศน์ (2559) ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง พฤติกรรมการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมายโดยการให้ความสัมพันธ์ทางความคิด เพื่อนำไปสู่ความคิดใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ เกิดผลงานใหม่ หรือมีแนวทางในการแก้ปัญหาแบบใหม่ที่ได้รับการยอมรับจากประชาคม ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในเรื่องนั้น โดยจะต้องเป็นความคิดที่ไม่ซ้ำกับของเดิมที่มีอยู่ คิดในแง่บวกและมีประโยชน์สามารถแก้ปัญหาให้แก่สังคมอย่างใดอย่างหนึ่ง

Organization for Economic Cooperation and Development (2021) ได้ให้ความหมายของ ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการมีส่วนร่วมอย่างมีประสิทธิภาพในการสร้าง ประเมินและปรับปรุงความคิด ที่สามารถส่งผลให้เกิดแนวทางการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ ความก้าวหน้าทางความรู้ และการแสดงออกทางจินตนาการที่ทรงพลัง

จากการรวบรวมและวิเคราะห์ความหมายของความคิดสร้างสรรค์จากนักวิชาการ ผู้วิจัยเห็นว่าความหมายของความคิดสร้างสรรค์มีความคล้ายคลึงกัน ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า กระบวนการคิดที่นำไปสู่การสร้างสิ่งที่แปลกใหม่ มีความหลากหลาย และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ชีวิตประจำวันได้

2. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลไว้ดังนี้

Guilford (1968, อ้างอิงในอารี พันธุ์มณี, 2545) ได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง หรือเรียกว่าลักษณะการคิดอเนกนัย หรือการคิดแบบกระจาย (Divergent thinking) ซึ่งประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา หรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่ม หรือที่เรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบย่อย ได้แก่

2.1 ความคิดคล่องแคล่วด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการเชื่อมโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้สีหรือประโยค กล่าวคือสามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ บุคคลที่มีความคล่องแคล่วทางการแสดงออกสูงจะมีความคิดสร้างสรรค์

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ให้คิดหาประโยชน์ของอิฐให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งอาจเป็น 5 นาที หรือ 10 นาที

3. ความคิดยืดหยุ่นหรือความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบย่อย ได้แก่

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดให้หลายประเภทอย่างอิสระ

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility)

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

Torrance (1962, อ้างอิงใน พิมพ์ชนก แพงไตร, 2558) เสนอองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 3 ประการ ได้แก่

1. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และสามารถสร้างคำตอบได้ในปริมาณมากในเวลาจำกัด เช่น ให้นักเรียนคิดชื่อสิ่งของที่มาจากวัสดุในท้องถิ่นมาได้มากที่สุด ภายในเวลา 3 นาที

2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง หลายรูปแบบ เช่น ให้นักเรียนระบุชื่อสัตว์มาได้มากที่สุด แล้วช่วยกันจัดกลุ่มสัตว์ว่ามีกี่ประเภท

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะการคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาและไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป เช่น ให้นักเรียนนำเศษวัสดุไปประดิษฐ์ของใช้ในชีวิตประจำวัน โดยมีรูปแบบไม่ซ้ำกับของใช้เดิม

ประจักษ์ ปฏิทัศน์ (2559) ได้เสนอวิธีการคิดแบบต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของการคิดแบบเอกลักษ์ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงเมื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการคิดเพื่อแก้ปัญหาหรือคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ซึ่งประกอบด้วยวิธีคิด 4 แบบ ได้แก่

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่เป็นสิ่งแรก ไม่มีผู้ใดคิดเช่นนั้นมาก่อน จึงเป็นความคิดที่แปลกไปจากความคิดเดิม ๆ ที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วก่อนหน้านี้ โดยปัจจัยสำคัญ 3 ประการที่สามารถสนับสนุนความสำเร็จในการคิดริเริ่มได้เป็นอย่างดี ได้แก่

1.1 ทักษะการแตกกระบวนกรทางความคิดของตนเองให้ต่างจากกระบวนกรคิดของผู้อื่นที่เขาเคยคิดไว้แล้ว

1.2 ตัวบุคคลผู้ต้องการคิดริเริ่มจำเป็นต้องพัฒนาตนเอง มีความมั่นใจในตนเอง กล้าที่จะคิดต่าง กล้าที่จะแสดงออกทางความคิดในวิถีทางที่คนอื่น ๆ ยอมรับได้ กล้าเผชิญกับสถานการณ์ที่คลุมเคลือไม่มีความมั่นคง ไม่แน่นอน โดยการมองโลกในด้านบวก (Positive thinking) และมีวุฒิภาวะทางอารมณ์

1.3 ผลงานทางความคิดที่ริเริ่มจะต้องไม่ซ้ำกับสิ่งเดิมที่เคยมี และผลของการคิดริเริ่มนั้นจะต้องเป็นที่ยอมรับของประชาคมผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในเรื่องนั้น

Organization for Economic Cooperation and Development (2021) ได้เสนอองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. สร้างแนวคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas) หมายถึง จำนวนความคิดที่นักเรียนสามารถสร้างได้ ซึ่งอาจเรียกว่าความคล่องแคล่วทางความคิด ทั้งนี้ความคิดที่นักเรียนสามารถสร้างขึ้นได้นั้นจะต้องมีความหลากหลายหรือที่เรียกว่า ความยืดหยุ่นทางความคิด ตัวอย่างเช่น การให้นักเรียนเสนอการนำกระดาษ 1 แผ่น มาใช้ประโยชน์ โดยนักเรียนอาจเสนอแนวคิดเช่น การเขียน การทำรูปกรวย การตัดกระดาษเป็นตุ๊กตา หรือการทำฉนวน เป็นต้น เหล่านี้ล้วนแสดงระดับของการสร้างแนวคิดที่หลากหลายในระดับที่สูง

2. สร้างแนวคิดที่สร้างสรรค์ (Generate creative ideas) หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการค้นพบแนวคิดที่เหมาะสมที่แปลกใหม่ไม่เหมือนใคร โดยที่แนวคิดนั้นสามารถสร้างประโยชน์ได้

3. การประเมินและปรับปรุงแนวคิด (Evaluate and improve idea) หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการประเมินข้อจำกัดในแนวคิดที่ตนเองได้สร้างขึ้น และหาวิธีในการปรับปรุงแนวคิดนั้น

จากการรวบรวมและวิเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์จากนักวิชาการ ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ตามกรอบของ Organization for Economic Cooperation and Development (OECD, 2021) เนื่องจากมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวิจัย ซึ่งองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ตามกรอบของ OECD ได้แก่ การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย, การสร้างแนวคิดที่สร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงแนวคิด

3. ลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลไว้ดังนี้

อารี พันธุ์มณี (2545) เสนอว่าเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีบุคลิกภาพประจำตนแตกต่างจากเด็กทั่ว ๆ ไป พฤติกรรมของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์มีดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น มีความกระหายใคร่รู้อยู่เป็นนิจ
2. ชอบเสาะแสวงหา สืบรวจ ศึกษา ค้นคว้า และทดลอง
3. ชอบซักถาม และถามคำถามแปลก ๆ
4. ช่างสงสัย เป็นเด็กที่มีความรู้สึกแปลกประหลาดใดในสิ่งที่ตนพบเห็นเสมอ
5. ช่างสังเกต มองเห็นลักษณะที่แปลก ผิดปกติ หรือช่องว่างที่ขาดหายไปได้อย่างรวดเร็ว
6. ชอบแสดงมากกว่าจะเก็บกด ถ้าสงสัยสิ่งใดก็จะถามหรือพยายามหาคำตอบโดยไม่รีรอ
7. อารมณ์ขัน มองสิ่งต่าง ๆ ในมุมที่แปลก และสร้างอารมณ์ขันอยู่เสมอ
8. มีสมาธิในสิ่งที่ตนสนใจ
9. สนุกสนานกับการใช้ความคิด
10. สนใจสิ่งต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง
11. มีความเป็นตัวของตัวเอง

Frank Barron (1969, 1978) and Donald W. Mackinnon (1970, 1978) (อ้างอิงใน ประสาร มาลากุล, 2545) ศึกษา สังเกตพฤติกรรมโดยตรงระยะยาว การทดสอบสติปัญญา การทดสอบบุคลิกภาพ การทดสอบกระบวนการคิด และการสำรวจชีวประวัติ ผลจากการวิจัยได้แสดงว่า คนที่มีผลงานสร้างสรรค์มีบุคลิกลักษณะบางประการที่แตกต่างจากคนทั่วไป และเป็นบุคลิกที่ สอดคล้องตรงกันอยู่ ดังนี้

1. มีความใจกว้าง เปิดรับประสบการณ์ที่หลากหลาย
2. มีความสามารถและพอใจที่จะเผชิญกับข้อมูลที่ซับซ้อน คลุมเครือ ข้อขัดแย้งและ ปัญหาต่าง ๆ ได้มากกว่าธรรมดา

3. มีความคิดอิสระ เป็นตัวของตัวเอง
4. มีความอยากรู้อยากเห็น ความสนใจกว้างขวาง
5. กล้าเสี่ยง กล้าทดลอง ชอบผจญภัย
6. ชอบเล่นสนุก มีอารมณ์ขัน
7. กล้าแสดงออก

ประจักษ์ ปฏิทัศน์ (2559) เสนอว่า ผลการศึกษาในเชิงจิตวิทยาบุคลิกภาพพบว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ส่วนใหญ่มีลักษณะบุคลิกภาพโดดเด่น ดังนี้

1. กล้าเผชิญทุกเหตุการณ์ในชีวิตด้วยจิตใจที่มั่นคง เป็นตัวของตัวเอง ปราศจากการ หลีกเลียงถอยหนี แต่ใช้สติปัญญาคิดหาทางแก้ไขปัญหาที่ตนเผชิญอย่างสุดความสามารถเท่าที่ตนจะ ทำได้

2. ดำเนินชีวิตในเส้นทางที่ตนเองเป็นผู้ตัดสินใจเลือก เลือกทำในสิ่งที่ตนเองมี ความสุขที่ได้ทำมากกว่าการทำเพื่อหวังเพียงแต่ได้เงินหรือเพื่อทำให้ตนมีชื่อเสียงเกียรติยศเท่านั้น แต่ กลับยอมสละทุกสิ่งเพื่อให้ได้ทำในสิ่งที่ตนรัก

3. ไม่ยอมจำนนต่อปัญหา จะไม่หยุดคิดจนกว่าจะพบแนวทางการแก้ปัญหาที่ดี กว่าเดิม ทำให้เกิดความคิดแปลกใหม่ ชีวิตจึงเต็มไปด้วยความแปลกใหม่ในเรื่องที่ตนสนใจอยู่เสมอ

4. มีความอยากรู้อยากเห็นสิ่งใหม่ ๆ เปิดรับข้อมูลใหม่ มีความสุขที่ได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในเรื่องที่ตนสนใจ ชอบการผจญภัย กล้าเสี่ยง อดทนต่อความเครียด ภาวะกดดัน และอดทนต่อ สภาพความคลุมเครือได้มากกว่าผู้อื่น

5. เมื่อสนใจสิ่งใดแล้วจะมีสมาธิตั้งใจจดจ่อกับสิ่งนั้นมากเป็นพิเศษ

6. มีความเป็นตัวของตัวเองสูง มีอิสระทางความคิด การกระทำ และมีอิสระในการ จินตนาการ มีความเชื่อมั่นในตนเอง ไม่คล้อยตามความคิดของผู้อื่นง่าย ๆ

7. มีความยืดหยุ่นทางความคิด แม้จะมีความมั่นใจในตนเองแต่ไม่ใช่คนที่ยึดติดถือ มั่นในความคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่งแบบตายตัวมากเกินไป สามารถปรับเปลี่ยนวิธีคิดและรับข้อมูลได้ไว

8. มีสติปัญญาสูงและสามารถบูรณาการทางความคิดได้ดี หลักแหลม มีความจำดี
9. ชอบคิดริเริ่มสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองและมุ่งมั่นที่จะทำให้ประสบความสำเร็จ
10. รับรู้โลกตามความเป็นจริง มีจิตใจที่เที่ยงตรงเป็นกลาง เข้าใจการเปลี่ยนแปลง ยอมรับการเปลี่ยนแปลง และพร้อมที่จะปรับตัวตามการเปลี่ยนแปลงอย่างเท่าเทียม
11. กล้าแสดงออกเมื่อรู้สึกไม่เห็นด้วย กล้าต่อต้านในสิ่งที่ตนไม่เห็นด้วย ต่อต้านกฎระเบียบต่าง ๆ ที่ไม่ถูกต้อง ดูเป็นคนหัวแข็งหัวดี
12. ไม่สนใจเรื่องเล็ก ๆ น้อย ๆ มองข้ามเรื่องที่ตนไม่สนใจ แม้จะเป็นเรื่องงานหรือกิจกรรมประจำวัน ทำให้ดูเป็นคนเลินเล่อหรือทำผิดกฎระเบียบข้อบังคับอยู่บ่อย ๆ
13. ต่อต้านความรุนแรง แต่ไม่ตั้งตัวเป็นศัตรูกับใคร
14. ชอบพึ่งพาตนเอง รักสันโดษ ไม่ชอบการพึ่งพาผู้อื่น

ปัญญาญา วรวิฒนชัย (2021) ได้สรุปลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ได้เป็น 3 มิติ คือ

1. มิติด้านความคิด (Thinking Dimensions) ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคิดละเอียดลออ และความคิดคล่อง
2. มิติด้านอารมณ์ (Emotional Dimensions) ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความกระตือรือร้น ความรู้สึกไวต่อปัญหา มีอารมณ์ขัน
3. มิติด้านบุคลิกภาพ (Personal Dimensions) ได้แก่ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความกล้าหาญ ความมุ่งมั่นพยายาม ความเป็นอิสระ

จากการรวบรวมและวิเคราะห์ลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จากนักวิชาการ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น ศึกษาและเปิดใจให้กับสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ
2. มีความกล้าแสดงออก
3. มีความเชื่อมั่นในตนเอง
4. สามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดของตนเองให้ทันต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างสม่ำเสมอ

4. ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลไว้ดังนี้

โรเจอร์ส (Rogers. 1959 อ้างอิงใน อารี พันธุ์มณี, 2545) กล่าวว่า การสร้างบรรยากาศและการจัดสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ จะสามารถส่งเสริมให้เกิดความคิด

สร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นได้ ด้วยการจัดสภาพการณ์ เทคนิควิธีที่เหมาะสม โดยโรเจอร์สได้เสนอการสร้างสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นได้ ดังนี้

1. ความปลอดภัยทางจิต จะสร้างด้วยกระบวนการที่สัมพันธ์กัน 3 อย่าง คือ

1.1 ยอมรับในคุณค่าของแต่ละบุคคลอย่างไม่มีเงื่อนไข ครู พ่อแม่ หรือบุคคลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเด็กแต่ละคน และเชื่อมั่นในตัวเด็กอย่างไม่มีเงื่อนไข ทำให้เด็กเกิดความรู้สึกมั่นคงปลอดภัย เรียนรู้ว่าตนสามารถจะเป็นอะไรก็ได้ที่อยากจะเป็นโดยไม่เสแสร้ง

1.2 สร้างบรรยากาศที่ไม่ต้องมีการวัดผลและประเมินผลจากภายนอก เมื่อไหร่ไม่มีการวัดและประเมินผลจากภายนอกหรือจากมาตรฐานอื่น ๆ ก็จะทำให้เด็กรู้สึกเป็นอิสระ เป็นตัวของตัวเองและกล้าแสดงออกทางความคิดและการกระทำอย่างสร้างสรรค์ได้

1.3 ความเข้าใจ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการสร้างความรู้สึกปลอดภัย สำหรับประการสุดท้ายถ้าเราบอกใครสักคนว่า เรายอมรับเขาแต่เราไม่รู้อะไรในตัวเขาเลย จะแสดงให้เห็นว่าเป็นการยอมรับอย่างตื้น ๆ และคนคนนั้นก็ตระหนักดีว่า การยอมรับของเราต้องเปลี่ยนไปเมื่อเรารู้อะไรเกี่ยวกับตัวเขา แต่ถ้าเราเข้าใจเขา เห็นใจเขา และเข้าใจความรู้สึกของเขา และมองมันอย่างที่เขา มองและยังคงยอมรับเขาอยู่ จะทำให้เขาเกิดความรู้สึกปลอดภัย

2. ความเป็นอิสระทางจิต เมื่อครู พ่อแม่ และบุคคลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเด็กยอมรับในการแสดงออกอย่างอิสระของเด็กแต่ละคน นั่นเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แล้ว

ทอแรนซ์ (Torrance, 1959 อ้างอิงใน อารี พันธุ์มณี, 2545) ได้เสนอหลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายประการ ซึ่งเน้นที่ตัวครูกับนักเรียนเป็นสำคัญ ดังนี้

1. การส่งเสริมให้เด็กถามและให้ความสนใจต่อคำถามที่แปลก ๆ ของเด็ก และยังเน้นว่าพ่อแม่หรือครูไม่ควรมุ่งที่คำตอบที่ถูกแต่เพียงอย่างเดียว เพราะในการแก้ปัญหาแม้เด็กจะใช้วิธีเดาหรือเสี่ยงบ้างก็ควรยอมรับ แต่ควรกระตุ้นให้เด็กได้วิเคราะห์ ค้นหา เพื่อพิสูจน์การเดาโดยใช้การสังเกตและประสบการณ์ของตัวเอง

2. ตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลก ๆ ของเด็กด้วยใจเป็นกลาง เมื่อเด็กแสดงความคิดเรื่องใด แม้จะเป็นความคิดที่ยังไม่เคยได้ยินมาก่อน ผู้ใหญ่ก็อย่าเพิ่งตัดสินและลดทอนความคิดนั้น แต่รับฟังไว้ก่อน

3. กระตือรือร้นต่อคำถามที่แปลก ๆ ของเด็กด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวาหรือชี้แนะให้เด็กหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง

4. แสดงให้เด็กเห็นว่าความคิดของเด็กนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

5. กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ควรให้อากาศและเตรียมการให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง และยกย่องเด็กที่มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูอาจจะเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะลดการอธิบายและบรรยายลงบ้าง แต่เพิ่มการให้นักเรียนมีส่วนร่วมริเริ่มกิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น

6. เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอโดยไม่ต้องใช้วิธีชู้ด้วยคะแนน หรือการสอบ หรือการตรวจสอบ เป็นต้น

7. พึงระลึกว่าความคิดสร้างสรรค์ในเด็กจะต้องใช้เวลาพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไป

8. ส่งเสริมให้เด็กใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชยเมื่อเด็กมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

Csikszentmihalyi (1996, อ้างอิงใน ประจักษ์ ปฏิทัศน์, 2559) ปัจจัยองค์ประกอบที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ 3 ปัจจัย ดังนี้

1. แนวทางปฏิบัติที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ (Domain of creativity) หมายถึง ระเบียบ ความเชื่อ ค่านิยมหรือวัฒนธรรมประจำกลุ่มที่บุคคลเป็นสมาชิก เช่น กลุ่มอาชีพ วิศวกร สถาปนิก แพทย์ ครู นักบาส ในช่วงชีวิตบุคคลหนึ่งคนต้องเข้าไปเกี่ยวข้องกับสมาชิกกลุ่มต่าง ๆ มากมายหลายกลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มต่างกำหนดกฎเกณฑ์ที่ค่อนข้างชัดเจนและตายตัว เพื่อใช้เป็นเครื่องมือกำหนดแนวทางการควบคุมให้สมาชิกปฏิบัติตามกฎเกณฑ์แนวทางปฏิบัติของกลุ่มจะดำรงอยู่ค่อนข้างมั่นคงและถูกถ่ายทอดสู่การเรียนรู้ของคนรุ่นใหม่ต่อไป

2. ผู้เชี่ยวชาญ (Field of creative) ผู้เชี่ยวชาญที่กล่าวถึงในกลุ่มนี้ หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละกลุ่มที่กำหนดกฎเกณฑ์แนวทางการปฏิบัติประจำกลุ่มไว้ หรืออาจกล่าวได้ว่า หมายถึง กลุ่มบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญในกฎเกณฑ์แนวทางการปฏิบัติเดิมประจำกลุ่มแต่ละกลุ่ม ซึ่งทำให้กลุ่มแต่ละกลุ่มยังคงได้รับการยอมรับจากสังคมและสามารถดำรงความเป็นกลุ่มอยู่ได้

3. บุคคลผู้มีความคิดสร้างสรรค์ (The creative individual) บุคคลผู้มีความคิดสร้างสรรค์ นับเป็นบุคคลที่มีความสำคัญที่สร้างความคิดใหม่ สร้างแนวทางการปฏิบัติใหม่ และสร้างผลผลิตใหม่ หรือนวัตกรรม (Innovation) เป็นที่ยอมรับในกลุ่มหรือในสังคม คุณสมบัติที่โดดเด่นของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย

3.1 มีกระบวนการรู้คิดที่สร้างสรรค์ (Creative thinking) บุคคลที่จะมีกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ จะต้องมีความรู้พื้นฐานระดับความสามารถทางสติปัญญา (Intelligence Quotient หรือ IQ) พอสมควร ซึ่ง Getzels and Jackson (1962) เชื่อว่าบุคคลที่จะมีกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ได้ดีกว่าคนอื่น ๆ ควรมี IQ ประมาณ 120 ขึ้นไป

3.2 มีบุคลิกภาพที่เอื้อต่อการคิดสร้างสรรค์ (Personality and Values) ผลการวิจัยจำนวนมากพบความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพด้านความอ่อนไหวทางอารมณ์ระดับสูง (Extremely sensitive) ในกลุ่มศิลปินสาขาต่าง ๆ จำนวนมากที่มีความคิดสร้างสรรค์ในระดับสูง หมายความว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ระดับสูงส่วนใหญ่มีบุคลิกภาพเป็นคนที่มีอารมณ์ไม่มั่นคง (Emotional instability) นอกจากนี้ยังพบลักษณะนิสัย (Traits) เป็นคนเปิดเผย (Openness) ชอบเปิดรับประสบการณ์ใหม่

3.3 มีแรงจูงใจที่จะคิดอย่างสร้างสรรค์ (Motivation for Creative) แรงจูงใจในการคิดสร้างสรรค์ของบุคคลว่าเกิดจากแรงขับของสัญชาตญาณทางเพศในระดับจิตใต้สำนึกที่ส่งผลถึงความเป็นตน (Ego) ของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ และอาจเป็นผลจากประสบการณ์ในวัยเด็กที่ถูกปล่อยให้เติบโตตามลำพัง เด็กใช้พลังทางการรู้คิดส่วนใหญ่ของตนมุ่งไปที่การดำเนินชีวิตหลากหลายรูปแบบ (Divergent lifestyles)

จากการศึกษา วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์คือในด้านบริบทต้องสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่อิสระ ปลอดภัย เพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงออกทางความคิดได้อย่างเต็มที่ ครูปรับบทบาทจากผู้สอนมาเป็นผู้แนะนำ ยกย่องชมเชยเมื่อนักเรียนแสดงความคิดที่สร้างสรรค์ แปลกใหม่

5. การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลไว้ดังนี้

Abraham (1927, อ้างอิงใน อารี พันธุ์มณี, 2546) ได้ศึกษาแบบต่าง ๆ ของความคิดจินตนาการและได้ใช้วิธีการสังเกตเป็นวิธีการวัด โดยวัดความคิดจินตนาการของเด็กจากพฤติกรรมการเล่นและการทำกิจกรรม การเลียนแบบ การทดลอง การปรับปรุงและตกแต่งสิ่งต่าง ๆ

Torrance (1965, อ้างอิงใน อารี พันธุ์มณี, 2546) ได้ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของเด็กด้วยการระบุหัวข้อที่ใช้เป็นแนวทางในการสังเกตผู้มีความคิดสร้างสรรค์สูงได้ แม้จะไม่ตรงกับแบบทดสอบ เช่น การสังเกตความสามารถในการใช้เวลาให้เกิดประโยชน์โดยปราศจากสิ่งรบกวน นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ไกลเกินกว่าที่ได้รับมอบหมายด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ และแสดงลักษณะกล้าทดลอง กล้าเสี่ยง เป็นต้น

ศุริดา อาจทะนงค์ (2565) ได้กำหนดเกณฑ์ระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ดังนี้

1. สร้างแนวคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas) เป็นความสามารถคิดและสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน 3 แนวทางขึ้นไป แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 : ไม่มีการสร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาเลย

ระดับ 2 : สามารถสร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา 1 แนวคิด

ระดับ 3 : สามารถสร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน 2 แนวคิด

ระดับ 4 : สามารถสร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน 3 แนวคิด

2. สร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas) เป็นความสามารถออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และมีประโยชน์สามารถนำไปใช้ได้ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 : ไม่ออกแบบแนวคิดและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่

ระดับ 2 : ออกแบบแนวคิดที่เคยมีมาก่อนหรือสร้างสรรค์ผลงานที่ลอกเลียนแบบ

ระดับ 3 : ออกแบบแนวคิดและสร้างสรรค์ผลงานที่มีการผสมผสานแนวคิดเท่ากับแนวคิดที่แปลกใหม่

ระดับ 4 : ออกแบบแนวคิดและสร้างสรรค์ผลงานที่มีความแปลกใหม่ ไม่มีการลอกเลียนแบบ และมีประโยชน์สามารถนำมาใช้ได้จริง

3. ประเมินและปรับปรุงแนวคิด (Evaluate and improve ideas) เป็นความสามารถในการประเมินข้อดี ข้อจำกัด ในความคิดที่กำหนดให้ได้ และสามารถแนะนำการปรับปรุงแก้ไขได้ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 : ไม่มีการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และไม่สามารถเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไขความคิดที่กำหนดให้ได้

ระดับ 2 : สามารถประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไขความคิดที่กำหนดให้ได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง 1 อย่าง

ระดับ 3 : สามารถประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไขความคิดที่กำหนดให้ได้ 2 หัวข้อ

ระดับ 4 : สามารถประเมินข้อดี ข้อจำกัด และเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไขความคิดที่กำหนดให้ได้อย่างครบถ้วน

จากการศึกษาการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัย ได้เลือกใช้เกณฑ์ระดับความคิดสร้างสรรค์ของ ศุภิตา อัจตะนงค์ เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทการศึกษา เนื้อหาที่ผู้วิจัยได้เลือกใช้ และสอดคล้องกับช่วงวัยของผู้เรียน

6. ความเป็นมาของการพัฒนาอย่างยั่งยืน

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นมาของการพัฒนาที่ยั่งยืน ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลไว้ดังนี้

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2557) กล่าวถึงความเป็นมาของแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนว่ามาจากการเปลี่ยนแปลงของโลกทั้ง 3 ยุค ที่นำมาซึ่งความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีประกอบกับประชากรโลกที่เพิ่มจำนวนขึ้นทุกปี ทำให้มีความต้องการและการแข่งขันในการผลิตสินค้าและบริการเพิ่มมากขึ้น และส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ ในอัตราที่เพิ่มขึ้นมาก นอกจากนี้ การปฏิวัติอุตสาหกรรมยังถูกกล่าวถึงว่าส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มนุษย์ สัตว์และพืชพรรณต่างๆ จากอุบัติการณ์มลพิษและภัยพิบัติที่เกิดขึ้นทั่วโลกนั้น จึงได้นำไปสู่การประชุมระดับโลก

ของสหประชาชาติเพื่อร่วมกันแก้ปัญหาและแนวทางแก้ไขภายใต้แนวคิดเรื่องการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่สำคัญ จำนวน 4 ครั้ง ได้แก่

1. การประชุมสหประชาชาติว่าด้วยเรื่อง สิ่งแวดล้อมของมนุษย์ (UN Conference on Human Environment, Stockholm Conference) เมื่อ พ.ศ.2515 ที่กรุงสตอกโฮล์ม ประเทศสวีเดน การประชุมครั้งนี้กล่าวถึงปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยมีการเจรจาให้ทุกประเทศตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรอย่างฟุ่มเฟือยและเกินขีดจำกัดของโลก จากการประชุมก่อให้เกิดการจัดตั้งหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมที่มีบทบาทสำคัญ เช่น โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งประชาชาติ

2. การประชุมสุดยอดของโลก (Earth Summit, Rio Conference) หรือ การประชุมสหประชาชาติว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (UN Conference on Environment and Development: UNCED) เมื่อ พ.ศ. 2535 ที่กรุงริโอ เดอจาเนโร ประเทศบราซิล โดยในการประชุมได้กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่จะต้องดำเนินการพัฒนาให้ครอบคลุม 3 เสาหลักของการพัฒนาที่ยั่งยืน คือ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

3. การประชุมสุดยอดของโลกว่าด้วยการพัฒนาอย่างยั่งยืน (World Summit on Sustainable Development: WSSD) เมื่อ พ.ศ. 2545 ที่นครโจฮันเนสเบิร์ก สาธารณรัฐอัฟริกาใต้ ที่ประชุมเน้นผลักดันแผนปฏิบัติการ 21 และข้อตกลงอื่น ๆ ให้ดำเนินการได้เพื่อให้เกิดความสำเร็จมากยิ่งขึ้น ผู้นำได้รับรองพันธกรณีทั้ง 2 ฉบับ

4. การประชุมคณะกรรมการว่าด้วยการพัฒนาที่ยั่งยืน (UN commission on Sustainable Development: CSD) ครั้งที่ 11 เมื่อ พ.ศ. 2546 ที่นครนิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา ผลการประชุมเน้นให้มีความร่วมมือกันในระดับโลก มีเป้าหมายให้มีการทำงานร่วมกันอย่างจริงจังของประเทศสมาชิก หน่วยงานสหประชาชาติ องค์กรและสถาบันระหว่างประเทศ เป็นต้น

ศาสตร์พระราช (2560) ระบบนิเวศโลก (Global Ecosystem) กำลังสูญเสียความสมดุล อันเนื่องมาจากองค์ประกอบประการหนึ่ง คือ ประชากร มนุษย์กำลังใช้ศักยภาพของตัวเองอย่างเต็มที่ ในฐานะผู้บริโภค ด้วยการนำเอาทรัพยากรธรรมชาติซึ่งเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งของระบบนิเวศโลกมาใช้จนเกินขีดความสามารถที่ธรรมชาติจะรองรับได้ (Natural Carrying Capacity) ความยั่งยืนของระบบนิเวศโลกกำลังเสื่อมถอยที่นำวิกฤตกังวลมากกว่านี้คือ ระบบนิเวศโลกอาจถึงกาลแตกสลายหากไม่มีมาตรการที่เหมาะสมในการทำให้ความสมดุลกลับคืนมา

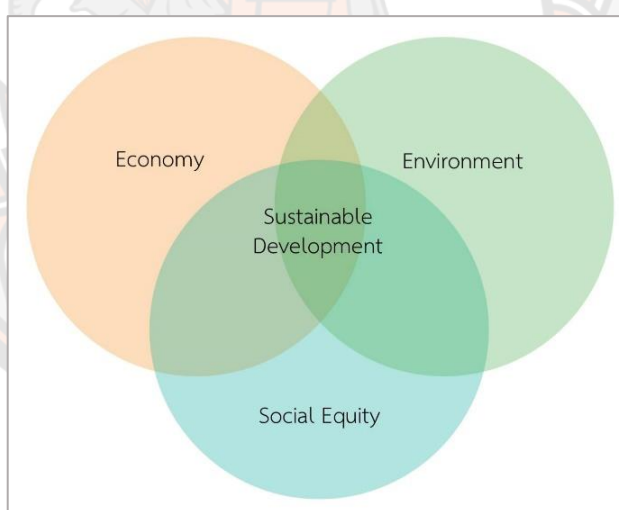
จากการศึกษา วิเคราะห์ความเป็นมาของการพัฒนาที่ยั่งยืน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความเป็นมาของการพัฒนาที่ยั่งยืน ว่ามาจากการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ที่ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดบนโลกใบนี้อย่างฟุ่มเฟือยโดยไม่คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสังคม เศรษฐกิจหรือสิ่งแวดล้อม จึงเป็นที่มาของแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน

7. ความหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืน

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลไว้ดังนี้

คณะกรรมการโลกรในเรื่องสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (World Commission on Environment and Development: WCED) (2547, อ้างอิงใน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน, 2557) ได้ให้นิยามของการพัฒนาอย่างยั่งยืนไว้ดังนี้ การพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ การพัฒนาที่สนองต่อความต้องการของคนในรุ่นปัจจุบัน โดยไม่ทำให้คนรุ่นต่อไปในอนาคตต้องประนีประนอมยอมลดทอนความสามารถในการที่จะตอบสนองความต้องการของตนเอง

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2547, อ้างอิงในวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน, 2557) ได้ให้นิยามของการพัฒนาอย่างยั่งยืนว่าเป็นการพัฒนาที่มุ่งเน้นการสร้างสมดุลใน 3 มิติ ได้แก่ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยการพัฒนาทุกด้านมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน



ภาพ 1 สามมิติหลักของการพัฒนาอย่างยั่งยืน

มิติทางเศรษฐกิจ หมายถึง ระบบเศรษฐกิจที่มีเสถียรภาพอย่างต่อเนื่องในระยะยาว และเป็นการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างมีคุณภาพ การพัฒนาทางเศรษฐกิจจะต้องเป็นไปอย่างสมดุลและเอื้อประโยชน์ต่อคนส่วนใหญ่ เป็นระบบเศรษฐกิจที่มีความสามารถในการแข่งขัน และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจนั้นจะต้องมาจากกระบวนการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีสะอาด ลดปริมาณของ

เสีย ไม่ทำลายสภาพแวดล้อมและไม่สร้างมลพิษที่จะกลายมาเป็นต้นทุนทางการผลิตระยะต่อไป รวมทั้งเป็นข้อจำกัดของการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างมีประสิทธิภาพอย่างยั่งยืน

มิติทางสังคม หมายถึง การพัฒนาคนและสังคมให้เชื่อมโยงกับการพัฒนาเศรษฐกิจ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมได้อย่างสมดุล โดยพัฒนาคนให้มีผลิตภาพสูงขึ้น ปรับตัวรู้เท่าทัน การเปลี่ยนแปลง มีจิตสำนึกและวิถีชีวิตที่เกื้อกูลต่อธรรมชาติ มีสิทธิและโอกาสที่จะได้รับการจัดสรร ทรัพยากรและผลประโยชน์จากการพัฒนา และคุ้มครองอย่างทั่วถึงและเป็นธรรม พึ่งพาตนเองได้ อย่างมั่นคง มีระบบการจัดการทางสังคมที่สร้างการมีส่วนร่วมจากทุกฝ่าย รวมทั้งมีการนำทุนทาง สังคมที่มีอยู่หลากหลายมาใช้อย่างเหมาะสมเพื่อสร้างสังคมไทยให้เป็นสังคมที่มีคุณภาพ มีการเรียนรู้ ตลอดชีวิต และมีความสมานฉันท์เอื้ออาทร

มิติทางสิ่งแวดล้อม หมายถึง การใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในขอบเขต ที่คงไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพ และสามารถพลิกฟื้นให้กลับคืนสู่สภาพใกล้เคียงกับสภาพเดิม ให้มากที่สุด เพื่อให้คนรุ่นหลังได้มีโอกาสและมีปัจจัยในการดำรงชีพ ซึ่งจะต้องปรับเปลี่ยนทัศนคติใน การใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มุ่งจัดการให้เกิดสมดุลระหว่างการใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างเกื้อกูล รวมถึงการชะลอการใช้ และการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ให้มากที่สุด

ชาญชัย จิตรเหล่าอาพร, จิตภา ธิรศิริกุล และสกล สุขเสริมส่งชัย (2564) การพัฒนาอย่าง ยั่งยืน หมายถึง การปรับปรุงคุณภาพชีวิตมนุษย์ภายใต้ศักยภาพของระบบนิเวศวิทยาของโลก โดย การพัฒนาที่ยั่งยืนจึงมีส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบทางด้าน เศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม

องค์การสหประชาชาติ (2023) กล่าวว่า การพัฒนาอย่างยั่งยืน หมายถึง วิธีการดำเนินชีวิต ของบุคคลในปัจจุบัน หากบุคคลนั้นต้องการมีอนาคตที่ดี โดยวิธีการดำเนินชีวิตนั้นจะต้องตอบสนอง ความต้องการของบุคคล การเติบโตทางเศรษฐกิจ การรวมกลุ่มทางสังคม และการปกป้องสิ่งแวดล้อม ถ้าหากหนึ่งหรือสององค์ประกอบถูกทำลาย การกระทำเพื่อความยั่งยืนก็จะสิ้นสุดลง

จากการศึกษา วิเคราะห์ความหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ ความหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืน ว่าเป็นการพัฒนาที่เน้นความสมดุลในด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมเพื่อไม่ให้คนรุ่นหลังต้องลดความสามารถในการใช้ชีวิตของตนเองลง

8. ความสำคัญของการพัฒนาอย่างยั่งยืน

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสำคัญของการพัฒนาอย่างยั่งยืน ผู้วิจัย ได้รวบรวมข้อมูลไว้ดังนี้

สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2557) กล่าวว่า การพัฒนาอย่างยั่งยืนที่ให้ความสำคัญในด้านของเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม จะช่วยให้คุณภาพชีวิตของประชาชนดีขึ้น สามารถสืบทอดการดำรงชีวิตอย่างอยู่ดี มีสุข ให้แก่คนไทยในรุ่นต่อไป

สมพร แสงชัย (2561) กล่าวว่า การพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นการสร้างความสมดุลให้แก่ความต้องการของประเทศกำลังพัฒนา และประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่ออนาคตที่ยั่งยืนของโลก

ชาญชัย จิตรเหล่าอาพร, จิตภา ภิรศิริกุล และสกล สุขเสริมส่งชัย (2564) การพัฒนาที่ยั่งยืนเกิดขึ้นมาเพื่อเพื่อแก้ไขผลกระทบที่เกิดจากแนวทางการพัฒนาตามแนวเสรีนิยมใหม่ เพราะนอกจากเกิดปัญหาช่องว่างระหว่างชนชั้นที่สูงแล้ว ยังนำพาการทำลายทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมที่รุนแรงตามไปด้วย แนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืนจึงพยายามเติมเต็มโดยสร้างฐานความร่วมมือจากทุกภาคส่วนทางสังคมและการเมืองโดยตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยังรักษาความมั่นคงของสิ่งแวดล้อมควบคู่กัน

จากการศึกษา วิเคราะห์ความสำคัญของการพัฒนาอย่างยั่งยืน ผู้วิจัยพบว่า การพัฒนาอย่างยั่งยืนมีความสำคัญทั้งต่อประเทศที่พัฒนาแล้ว และประเทศที่กำลังพัฒนา เนื่องจากเป็นแนวคิดที่ให้ความสำคัญทั้ง 3 ด้านไปพร้อมกัน ได้แก่ ด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อความยั่งยืนของโลกในอนาคต

9. ความหมายและความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลไว้ ดังนี้

Hans d'Orville (2019) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นหัวใจสำคัญของความยั่งยืน ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน หมายถึง ความสามารถของมนุษย์ในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปจนถึงการแก้ไขปัญหาที่เฉพาะเจาะจง อาจหมายถึงความสามารถในการสร้างหรือรับรู้ ความคิด ทางเลือก หรือความเป็นไปได้ใหม่ ๆ ที่อาจเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา การสื่อสารกับผู้อื่น การขับเคลื่อนสังคมไปสู่ความยั่งยืนผ่านความสามารถในการจินตนาการและวิสัยทัศน์

Alexander Brem and Rogelio Puente-Diaz (2020) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน หมายถึง แนวทางใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการบรรลุซึ่งความยั่งยืน การดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับความยั่งยืน หรือแม้แต่การกำหนดว่าความยั่งยืนควรเป็นอย่างไร ในทำนองเดียวกันอาจรวมถึงความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับการนำแนวคิดใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ไปใช้ปฏิบัติเพื่อแสวงหาความยั่งยืน

Rabab Saleh and Alexander Berm (2023) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน หมายถึง การสร้างสิ่งใหม่ การค้นพบวิธีใหม่ เพื่อเร่งการเปลี่ยนแปลงไปสู่ความยั่งยืน

จากการศึกษา วิเคราะห์ความหมายและความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความหมายของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความหมายของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักวิจัยได้ ดังตาราง

ตาราง 4 การสังเคราะห์ความหมายของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

| นักวิจัย | ความหมายของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน |
|---|---|
| Hans d’Orville (2019) | ความสามารถของมนุษย์ในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปจนถึงการแก้ไขปัญหาที่เฉพาะเจาะจง อาจหมายถึงความสามารถในการสร้างหรือรับรู้ความคิด ทางเลือก หรือความเป็นไปได้ใหม่ ๆ ที่อาจเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา การสื่อสารกับผู้อื่น การขับเคลื่อนสังคมไปสู่ความยั่งยืนผ่านความสามารถในการจินตนาการและวิสัยทัศน์ |
| Alexander Brem and Rogelio Puente-Diaz (2020) | แนวทางใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการบรรลุซึ่งความยั่งยืน การดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับความยั่งยืน หรือแม้แต่การกำหนดว่าความยั่งยืนควรเป็นอย่างไร ในทำนองเดียวกันอาจรวมถึงความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับการนำแนวคิดใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ไปใช้ปฏิบัติเพื่อแสวงหาความยั่งยืน |
| Rabab Saleh and Alexander Berm (2023) ผู้วิจัย | การสร้างสิ่งใหม่ การค้นพบวิธีใหม่ เพื่อเร่งการเปลี่ยนแปลงไปสู่ความยั่งยืน การสร้างสรรคสิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ หรือการค้นพบแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน |

จากตารางการสังเคราะห์ความหมายของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนจากนักวิจัยต่าง ๆ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และปรับให้มีความเหมาะสมกับการนำมาใช้ในบริบทของการศึกษา

และปรับให้มีความเหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียน จึงให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ หรือการค้นพบแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน

10. การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลไว้ ดังนี้

Abraham (2006, อ้างอิงใน ASEE, 2017) ได้กล่าวถึงหลักการ 9 ประการของกระบวนการวิศวกรรมที่ยั่งยืน ได้แก่

1. กระบวนการทางวิศวกรรมและผลิตภัณฑ์แบบองค์รวมใช้การวิเคราะห์เชิงระบบ
2. อนุรักษ์และปรับปรุงระบบนิเวศทางธรรมชาติ พร้อมทั้งปกป้องสุขภาพและความปลอดภัยของมนุษย์
3. ใช้วิธีการคิดวงจรชีวิต (Life Cycle) ในทุกกิจกรรมทางวิศวกรรม
4. ตรวจสอบให้แน่ใจว่าปัจจัยนำเข้า ปัจจัยส่งออก พลังงานทั้งหมดมีความปลอดภัยมากที่สุด
5. ลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ
6. ลดการเกิดขยะ
7. พัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทางวิศวกรรม โดยคำนึงถึงสถานการณ์และวัฒนธรรมท้องถิ่น
8. สร้างวิธีการทางวิศวกรรมที่มีความแปลกใหม่และโดดเด่น
9. มีส่วนร่วมกับชุมชน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการพัฒนาวิธีการทางวิศวกรรม

Allen and Tanner (2006, pg. 198 อ้างอิงใน ASEE, 2017) ได้ออกแบบเกณฑ์การออกแบบที่ยั่งยืน 4 ด้าน 16 ข้อได้แก่

ด้านที่ 1 การออกแบบสิ่งแวดล้อม

1. ลดการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติให้เหลือน้อยที่สุด
2. ลดการเกิดของเสีย
3. ปกป้องระบบนิเวศทางธรรมชาติ
4. ใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียน
5. ใช้วัสดุที่ปลอดภัยและไม่เป็นพิษ (ต่อสิ่งแวดล้อม)

ด้านที่ 2 การออกแบบทางสังคม

1. ตอบสนองความต้องการของชุมชนและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

2. พิจารณาสถานการณ์และวัฒนธรรมท้องถิ่น
3. ปกป้องสุขภาพและความเป็นอยู่ของมนุษย์
4. ใช้วัสดุที่ปลอดภัยและไม่เป็นพิษ (ต่อมนุษย์)

ด้านที่ 3 เครื่องมือการออกแบบที่ยั่งยืน

1. วิเคราะห์วงจรชีวิต
2. เครื่องมือการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
3. การวิเคราะห์เชิงระบบ
4. ใช้เทคโนโลยีที่เป็นนวัตกรรมเพื่อให้เกิดความยั่งยืน

ด้านที่ 4 การออกแบบทางเศรษฐศาสตร์

1. พิจารณาผลกระทบต่อทางเศรษฐกิจจากการใช้เกณฑ์การออกแบบสิ่งแวดล้อม
2. พิจารณาผลกระทบต่อทางเศรษฐกิจของการใช้เกณฑ์การออกแบบทางสังคม
3. ดำเนินการวิเคราะห์ต้นทุนและ หรือต้นทุน ผลประโยชน์

ตาราง 5 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เกณฑ์การออกแบบอย่างยั่งยืนในโครงการออกแบบขั้นสูง

| เกณฑ์การออกแบบ | คำอธิบาย/ตัวอย่าง |
|--|--|
| ด้านสิ่งแวดล้อม | |
| ลดการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติให้เหลือน้อยที่สุด | ส่งเสริมการใช้การขนส่งที่ไม่ใช่เชื้อเพลิงฟอสซิล (เช่น การจัดหาจักรยาน) |
| ลดการเกิดของเสีย | โครงการรีไซเคิล |
| ปกป้องระบบนิเวศทางธรรมชาติ | การใช้พืชพรรณเพื่อรักษาคุณภาพน้ำ (เช่น พื้นที่สีเขียว แนวกันลำธาร ฯลฯ) |
| ใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียน | จัดให้มีที่จอดรถพิเศษสำหรับยานพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงทดแทน |
| ใช้วัสดุที่ปลอดภัยและไม่เป็นพิษ (สิ่งแวดล้อม) | ใช้วัสดุที่ผ่านการรับรองว่าเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม |
| ด้านสังคม | |
| ตอบสนองความต้องการของชุมชนและผู้มีส่วน | หลีกเลี่ยงการสัญจรผ่านบริเวณที่อยู่อาศัย |

| เกณฑ์การออกแบบ | คำอธิบาย/ตัวอย่าง |
|---|---|
| ได้ส่วนเสีย | |
| พิจารณาสถานการณ์และวัฒนธรรมท้องถิ่น | การออกแบบโครงการให้มีความผสมผสานกับวัฒนธรรมของชุมชน |
| ปกป้องสุขภาพและความเป็นอยู่ของมนุษย์ | แก้ไขปัญหาที่มีอยู่ในสังคม |
| ใช้วัสดุที่ปลอดภัยและไม่เป็นพิษ (มนุษย์) | การใช้วัสดุที่ไม่เป็นพิษ (เช่น ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง) |
| ด้านเครื่องมือการออกแบบอย่างยั่งยืน | |
| รวบรวมวิเคราะห์วงจรชีวิต | พิจารณาถึงผลกระทบของโครงการตลอดวงจรชีวิตมากกว่าพิจารณาเพียงอายุการใช้งาน |
| เครื่องมือการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม | เสร็จสิ้นขั้นตอนการประเมิน |
| การวิเคราะห์เชิงระบบ | พิจารณาผลกระทบของโครงการ |
| ใช้เทคโนโลยีที่เป็นนวัตกรรมเพื่อให้เกิดความยั่งยืน | การออกแบบเพื่อการรับรอง LEED |
| ด้านเศรษฐกิจ | |
| พิจารณาผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการใช้เกณฑ์การออกแบบสิ่งแวดล้อม | สร้างผลกำไรพร้อมปฏิบัติตามหลักความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม (เช่น การเรียกเก็บเงินเพิ่มสำหรับที่พักอาศัยใกล้บริเวณพื้นที่สีเขียว) |
| พิจารณาผลกระทบทางเศรษฐกิจของการใช้เกณฑ์การออกแบบทางสังคม | การสร้างผลกำไรจากการบังคับใช้หลักความยั่งยืนทางสังคม (เช่น การเพิ่มพื้นที่เชิงพาณิชย์ใกล้พื้นที่อยู่อาศัยเพื่อเพิ่มมูลค่าทรัพย์สิน) |
| ดำเนินการวิเคราะห์ต้นทุนและหรือผลประโยชน์ | การใช้เศรษฐศาสตร์เพื่อประมาณการต้นทุนโครงการหรือวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ให้เสร็จ |

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยนำเกณฑ์การออกแบบที่ยั่งยืนของ Allen and Tanner (2006) ร่วมกับศุติดา อาจทะนงค์ (2565) เพื่อให้มีความเหมาะสมกับบริบทการศึกษา เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และเพื่อให้เหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียน แบ่งเป็น 6 ด้าน ดังนี้

1. **ด้านการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย** หมายถึง นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดเพื่อนำมาแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างน้อย 3 แนวคิดที่มีความแตกต่างกัน
2. **ด้านการสร้างแนวคิดที่สร้างสรรค์** หมายถึง นักเรียนสามารถค้นพบแนวคิดที่แปลกใหม่และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
3. **ด้านสิ่งแวดล้อม** หมายถึง นักเรียนสามารถเลือกใช้วัสดุที่ปลอดภัย ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม หรือเลือกใช้วัสดุที่ลดการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติ ลดการเกิดของเสีย หรือเลือกใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียนมาใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน
4. **ด้านสังคม** หมายถึง นักเรียนสามารถนำเสนอสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาผสมผสานในชิ้นงาน รวมถึงเลือกใช้วัสดุที่ปลอดภัยและไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ในการสร้างชิ้นงาน
5. **ด้านเศรษฐกิจ** หมายถึง นักเรียนสามารถประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเองได้
6. **ด้านการประเมินและปรับปรุงแนวคิด** หมายถึง นักเรียนสามารถประเมินข้อดีข้อจำกัด และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานได้

ตาราง 6 ตัวอย่างประเด็นการพิจารณาและระดับของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

| ประเด็น การพิจารณา | ระดับ | | | |
|---|---|---|--|--|
| | ระดับ 4 | ระดับ 3 | ระดับ 2 | ระดับ 1 |
| 1. การสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา | นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันได้ 3 แนวคิด | นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน 2 ได้แนวคิด | นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ 1 แนวคิด | นักเรียนไม่มีการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาเลย |
| 2. การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ มีประโยชน์และสามารถ | นักเรียนสามารถออกแบบแนวคิดและสร้างสรรค์ผลงานที่มีความแปลกใหม่ มี | นักเรียนสามารถออกแบบแนวคิดและสร้างสรรค์ผลงานที่มีความแปลกใหม่ มี | นักเรียนสามารถออกแบบแนวคิดและสร้างสรรค์ | นักเรียนไม่มีการสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และไม่สามารถนำมาใช้ประ |

| ประเด็น การพิจารณา | ระดับ | | | |
|--|--|--|---|--|
| | ระดับ 4 | ระดับ 3 | ระดับ 2 | ระดับ 1 |
| นำไปใช้ได้ | ประโยชน์สามารถนำมาใช้ได้จริง โดยสามารถบอกความแตกต่างของชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นกับชิ้นงานที่มีอยู่ก่อนแล้ว ได้อย่างน้อย 3 จุด | ประโยชน์สามารถนำมาใช้ได้จริง โดยสามารถบอกความแตกต่างของชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นกับชิ้นงานที่มีอยู่ก่อนแล้ว ได้อย่างน้อย 2 จุด | ผลงานที่มีความแปลกใหม่ มีประโยชน์ สามารถนำมาใช้ได้จริง โดยสามารถบอกความแตกต่างของชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น กับชิ้นงานที่มีอยู่ก่อนแล้ว ได้อย่างน้อย 1 จุด | โยชน์ได้ |
| 3. การเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) | นักเรียนสามารถเลือกใช้วัสดุในการสร้างสรรค์ผลงานที่ลดการเกิดของเสียได้ทั้งหมด | นักเรียนสามารถเลือกใช้วัสดุในการสร้างสรรค์ผลงานโดยมีวัสดุที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้ 1 ชนิด | นักเรียนสามารถเลือกใช้วัสดุในการสร้างสรรค์ผลงานโดยมีวัสดุที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้ 2 ชนิด | นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้วัสดุในการสร้างสรรค์ผลงานที่ลดการเกิดของเสีย |
| 4. การนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์ผลงาน (ด้านสังคม) | นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงานโดยนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นของตนเองมาประยุกต์ในการสร้าง | นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงานโดยนำวัฒนธรรมที่บุคคลอื่นรู้จักกัน อย่างกว้างขวาง | นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงานโดยนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมที่บุคคลอื่นรู้จัก | นักเรียนไม่ได้นำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นของตนหรือที่บุคคลอื่นรู้จักอย่างกว้างขวางมา |

| ประเด็น การพิจารณา | ระดับ | | | |
|---|---|---|--|---|
| | ระดับ 4 | ระดับ 3 | ระดับ 2 | ระดับ 1 |
| | สรรค์ผลงานได้ ถูกต้อง | มาประยุกต์ได้ อย่างถูกต้อง | กันอย่าง กว้างขวางมา ประยุกต์ได้ ถูกต้องบางส่วน | ประยุกต์ในการ สร้างสรรค์ผล งาน |
| 5. กระบวนการ ประมาณการ ต้นทุนในการ สร้างสรรค์ชิ้น งาน (ด้านเศรษฐกิจ) | นักเรียนสามารถ ระบุราคาของวัสดุ ที่ใช้และแสดง วิธีการคำนวณ ต้นทุนออกมาได้ อย่างถูกต้อง | นักเรียนสามารถ ระบุราคาของวัสดุ ที่ใช้แต่ไม่แสดง วิธีการคำนวณ ต้นทุน | นักเรียน สามารถระบุ ราคารวมที่ใช้ สร้างสรรค์ ผลงานแต่ไม่ แสดงวิธีการ คำนวณต้นทุน | นักเรียนไม่มีการ ระบุราคาของ วัสดุที่ใช้และไม่ สามารถคำนวณ ต้นทุนออกมาได้ อย่างถูกต้อง |
| 6. การประเมิน ข้อดี ข้อจำกัด และข้อ เสนอแนะในการ ปรับปรุงผลงาน โดยคำนึงถึงด้าน สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม | นักเรียนสามารถ ประเมินข้อดี ข้อ จำกัด และเสนอ แนะการปรับปรุง แก้ไขความคิด โดยคำนึงถึงด้าน เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ได้อย่างครบถ้วน | นักเรียนสามารถ ประเมินข้อดี หรือ ข้อจำกัด หรือ เสนอแนะการ ปรับปรุงแก้ไข ความคิด โดย คำนึงถึงด้าน เศรษฐกิจ สังคม หรือสิ่งแวดล้อม ได้ 2 ด้าน | นักเรียน สามารถ ประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือเสนอแนะ การปรับปรุง แก้ไขความคิด โดยด้าน เศรษฐกิจ สังคม หรือสิ่งแวดล้อม ได้ 1 ด้าน | นักเรียนไม่มีการ ประเมินข้อดี ข้อจำกัด และไม่ สามารถเสนอ แนะการปรับปรุง แก้ไขความคิดที่ กำหนดให้ได้ |

การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

1. ความหมายของการคิดเชิงออกแบบ

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลไว้ ดังนี้

Carroll, et al (2010) ได้ให้นิยามการคิดเชิงออกแบบว่าเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน (Creative Confidence) โดยมุ่งเน้นไปที่กิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติ (hands-on) การสร้างความเห็นอกเห็นใจ การสนับสนุนความคิดและการส่งเสริมการแก้ปัญหาเชิงรุก การใช้จินตนาการเป็นหัวใจสำคัญ

เดวิด เคลลี (อ้างอิงใน การคิดเชิงออกแบบ : เรียนรู้ด้วยการลงมือทำ, 2560) ได้ให้นิยามของการคิดเชิงออกแบบว่าเป็นวิธีสร้างความคิดใหม่อย่างก้าวกระโดด นอกกรอบเดิมโดยเฉพาะสำหรับโครงการและปัญหาที่ซับซ้อน เวลาที่ต้องใช้ทีมที่มีความชำนาญหลากหลายศาสตร์ จำเป็นต้องสร้างและทดลองต้นแบบกับผู้ใช้

Yang (2018) กล่าวว่า การคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) คือ กระบวนการคิดแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมกับสภาพปัญหา ตลอดจนการพัฒนาแนวคิดใหม่ เพื่อสนองความต้องการหรือสภาพปัญหา บนพื้นฐานของกระบวนการที่มีเจตนาในการสร้างผลลัพธ์ในอนาคตที่เป็นรูปธรรมอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์ในการพัฒนา เศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม

Teaching & learning lab (2023) ให้นิยามความหมายของการคิดเชิงออกแบบ คือ แนวทางในการจัดการเรียนรู้ การแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกัน ซึ่งการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีท่าทีการสอบถาม การคิดอย่างแตกต่าง และพัฒนาปฏิบัติการตอบสนอง (Reflexivity) การสร้างความเห็นอกเห็นใจ ความอยากรู้อยากเห็น ความสร้างสรรค์และการทำซ้ำ

จากการศึกษา วิเคราะห์ความหมายของการคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความหมายของการคิดเชิงออกแบบ คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่เน้นให้นักเรียนคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่แปลกใหม่โดยการทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อให้ได้ชิ้นงานหรือแนวคิดที่ตอบสนองความต้องการและสภาพปัญหาและเป็นประโยชน์ต่อสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม โดยผู้วิจัยได้เลือกการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเนื่องจากมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาอย่างลึกซึ้ง (empathize) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างแนวคิดที่ตอบสนองต่อสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี

2. กระบวนการคิดเชิงออกแบบ

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลไว้ ดังนี้

IDEO Toolkit (2012) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสำรวจ (Discovery) คือ ขั้นตอนในการการสำรวจเพื่อสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงสภาพปัญหา ความต้องการ

ขั้นที่ 2 ขั้นการตีความ (Interpretation) คือ ขั้นตอนการตีความข้อมูลเชิงลึกที่ได้จากการสังเกต การเยี่ยมชมภาคสนาม การสัมภาษณ์ เพื่อสร้างโอกาสในการออกแบบหรือแนวทางในการคิด

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิด (Ideation) คือ ขั้นตอนการสร้างความคิดที่หลากหลายแปลกใหม่ผ่านการระดมสมองร่วมกันภายในกลุ่ม

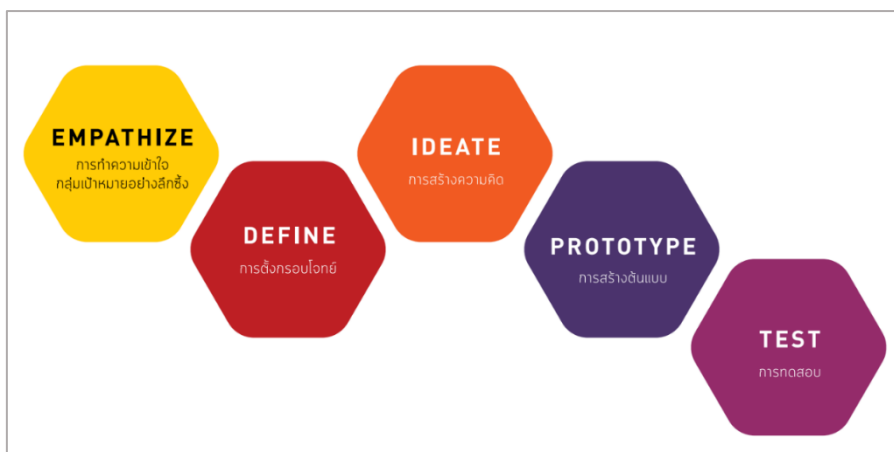
ขั้นที่ 4 ขั้นการทดลอง (Experimentation) คือ การนำแนวคิดมาสู่การปฏิบัติ การสร้างต้นแบบ (Prototype) เพื่อให้แนวคิดออกมาเป็นรูปธรรม โดยการสร้างและแบ่งปันวิธีการร่วมกับสมาชิกภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evolution) คือ ขั้นตอนสำหรับการวางแผนการพัฒนาและปรับปรุงความคิดให้ดียิ่งขึ้น

Stanford d. school (2004, อ้างอิงใน ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (TCDC), 2560) การคิดเชิงออกแบบของมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford d. school) ประกอบด้วยการทำงาน 5 ขั้นตอนได้แก่

1. การทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง (Empathize)
2. การตั้งกรอบโจทย์ (Define)
3. การสร้างความคิด (Ideate)
4. การสร้างต้นแบบ (Prototype)
5. การทดสอบ (Test)

หากพิจารณาในภาพรวมจะเห็นได้ว่า สองขั้นตอนแรกคือการทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง (Empathize) และการตั้งกรอบโจทย์ (Define) คือ ขั้นตอนแห่งการสร้าง ความเข้าใจและตีความปัญหาเพื่อตั้งเป้าหมายของโครงการ ขั้นตอนที่สาม การสร้างความคิด (Ideate) คือ ขั้นตอนในการใช้ความคิดสร้างสรรค์และมุมมองจากหลาย ๆ คนในทีมเพื่อสร้างคำตอบหรือทางเลือกวิธีแก้ปัญหาใหม่และขั้นตอนที่สี่และห้า การสร้างต้นแบบ (Prototype) และการทดสอบ (Test) คือ ขั้นตอนทดสอบแนวคิดกับตัวแทนกลุ่มเป้าหมายและพัฒนาต้นแบบเพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรมที่มีคุณภาพและมีคุณค่าต่อกลุ่มเป้าหมายอย่างแท้จริง

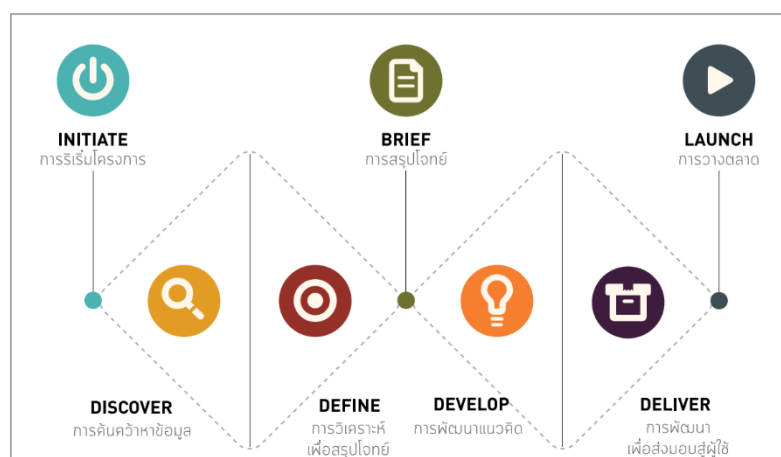


ภาพ 2 การคิดเชิงออกแบบของมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford d. school) 5 ขั้นตอน

UK Design Council (2004, อ้างอิงใน ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (TCDC), 2560) กระบวนการออกแบบ Double Diamond Design Process ของ UK Design Council ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอนได้แก่

1. Discover
2. Define
3. Develop
4. Deliver

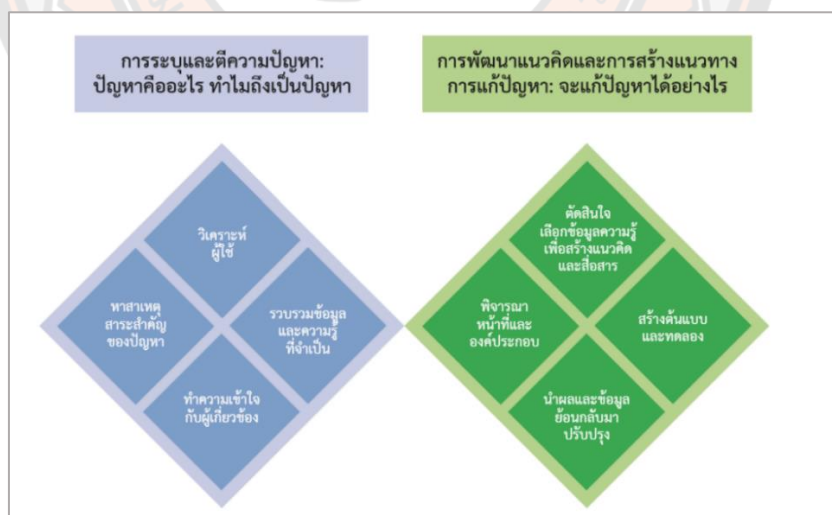
จากขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอนข้างต้นขั้นตอนที่หนึ่งและสอง Discover และ Define เป็นขั้นตอนการสร้างความเข้าใจและตีความปัญหาอย่างลึกซึ้ง เพื่อกำหนดโจทย์หรือตั้งเป้าหมายของโครงการ ขั้นตอนที่สาม Develop คือขั้นตอนแห่งการสร้างสรรค์ความคิดใหม่อันหลากหลาย และขั้นตอนที่สี่ Deliver เป็นขั้นตอนแห่งการทดสอบช่วงสุดท้ายก่อนที่จะนำนวัตกรรมออกสู่ตลาด หรือนำไปใช้จริง ข้อแตกต่างของกระบวนการ design thinking ของมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดและกระบวนการคิดเชิงออกแบบของ UK Design Council คือ Double Diamond Diagram จะแสดงให้เห็นจำนวนข้อมูลและแนวคิดที่เพิ่มขึ้นในขั้นตอนที่หนึ่งและสาม และจำนวนแนวคิดที่ถูกขมวด คัดกรอง ผสาน หรือสรุปรวบเป็นหนึ่งเดียวในช่วงของขั้นตอนที่สองและสี่ ในขณะที่การคิดเชิงออกแบบของมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดไม่ได้อธิบายให้เห็นปริมาณข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิแม้ในการทำงานจริงจะมีลักษณะและปริมาณข้อมูลเพิ่มขึ้นและรวบลดลงเช่นเดียวกัน



ภาพ 3 กระบวนการออกแบบ Double Diamond Process ของ UK Design Council

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2020) ได้เสนอแผนภูมิการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งประกอบไปด้วย 3 กระบวนการย่อย ได้แก่

1. การระบุและตีความปัญหา: ปัญหาคืออะไร ทำไมถึงเป็นปัญหา
2. การพัฒนาแนวคิด
3. การสร้างแนวทางในการแก้ปัญหา



ภาพ 4 การคิดเชิงออกแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Razali (2022) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเชิงออกแบบเป็นฐานซึ่งดัดแปลงมาจากขั้นตอนของ Ray (2012) ดังนี้

ขั้นที่ 1 Identify opportunity คือ นักเรียนจะต้องระบุความจำเป็นในการแก้ปัญหา รวมถึงการระบุว่าใครจะได้ประโยชน์จากการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนสามารถสอบถามข้อมูลจากการสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 Design process คือ นักเรียนจะร่วมกันทบทวนข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 จากนั้นจะร่วมกันระดมความคิดหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนอาจทำโดยการเขียนแนวคิดลงบนกระดาษโน้ต เมื่อนักเรียนระดมความคิดเห็นเสร็จแล้ว นักเรียนจะต้องระบุประเด็นหลักเพื่อค้นหาแนวคิดเบื้องต้นในการแก้ปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 3 Prototype คือ นักเรียนต้องทบทวนแนวคิดและเลือกต้นแบบ 1 ขั้นที่สามารถแก้ไขปัญหาคือ

ขั้นที่ 4 Feedback คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะเสนอวิธีแก้ปัญหามาให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอคำแนะนำ

ขั้นที่ 5 Scale and Spread คือ นักเรียนนำข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาแก้ไขปรับปรุง ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนอาจช่วยชี้แนะนักเรียนได้

ขั้นที่ 6 Present คือ นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหามา

จากการศึกษาขั้นตอนกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) จากนักวิชาการ ผู้วิจัยได้เลือกขั้นตอนที่มีความเหมาะสมกับบริบทของการจัดการเรียนรู้เรื่อง งาน กำลังและเครื่องกลอย่างง่าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้เลือกขั้นตอนกระบวนการคิดเชิงออกแบบตามแนวทางของมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง (Empathize) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมและดีที่สุด โดยการทำความเข้าใจอาจเริ่มจากการใช้คำถาม การตั้งสมมติฐาน ตลอดจนการวิเคราะห์ปัญหาให้ถี่ถ้วนเพื่อหาแนวทางที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาได้อย่างตรงประเด็น

ขั้นที่ 2 การตั้งโจทย์กรอบ (Define) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนนำข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมได้ในขั้นตอนที่ 1 มาวิเคราะห์เพื่อคัดกรองให้เป็นปัญหาที่แท้จริง หรือระบุปัญหาให้ชัดเจนเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขต่อไป

ขั้นที่ 3 การสร้างความคิด (Ideate) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันระดมความคิดในหลากหลายมุมมอง เพื่อเป็นฐานในการเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การสร้างต้นแบบ (Prototype) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนสร้างต้นแบบโดยการลงมือปฏิบัติทดลองทำจริงตามแนวทางที่ได้เลือกแล้ว

ขั้นที่ 5 การทดสอบ (Test) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนนำต้นแบบมาทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินผลเพื่อนำข้อดีหรือข้อจำกัดไปปรับปรุงชิ้นงานของตน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

จิตรลัดดา มะลัยทอง (2564) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 69 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสาธิต นวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 2) เปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1) สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก และ 2) สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปรานวดี อุณญาติ (2564) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคแคมเปอร์ (SCAMPER) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษา (1) ผลการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคแคมเปอร์และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคแคมเปอร์และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคแคมเปอร์ และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (2) แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบคู่ที่กลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for dependent sample) และค่าที่ที่กลุ่มตัวอย่างมีความเป็นอิสระจากกัน (t-test for independent samples) ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคสแคมเปอร์และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พบว่าก่อนเรียนกลุ่มที่ 1 และ 2 มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในภาพรวมและรายองค์ประกอบ หลังเรียนในภาพรวมกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน ในรายองค์ประกอบ องค์ประกอบที่ 1 ไม่แตกต่างกัน ส่วนองค์ประกอบที่ 2 และ 3 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยภาพรวมและรายองค์ประกอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่มมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ศุทธิดา อาจทะนงค์ (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 1 ห้อง จำนวน 30 คน การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกการเรียนรู้ และชิ้นงาน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา และตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ ขั้นรวบรวมข้อมูล ขั้นพัฒนาต้นแบบ และขั้นประเมินผลงานตามลำดับ ทั้งนี้หัวใจของการจัดการเรียนรู้คือ การกระตุ้นความสนใจและท้าทายนักเรียนด้วยสถานการณ์ใกล้ตัว และมีรางวัลเป็นแรงจูงใจเชิงบวกอย่างเหมาะสม จะสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ นอกจากนี้ การวิจัย พบว่านักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละองค์ประกอบย่อยได้ดังนี้ การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย ได้มากที่สุด รองลงมาคือ การประเมินและปรับปรุงแนวคิด และการสร้างความคิดสร้างสรรค์ ตามลำดับ

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Dai & Hwang (2019) ได้ศึกษาเทคนิคความคิดสร้างสรรค์ และการพัฒนาอย่างยั่งยืนของหลักสูตรงานฝีมือไม้ไผ่ โดยการศึกษาที่ใช้การสังเกตและสัมภาษณ์แบบมีส่วนร่วมเพื่อรวบรวมข้อมูลหลักสูตรงานฝีมือไม้ไผ่ใน 4 หลักสูตรภาควิชาของสามมหาวิทยาลัยและใช้การวิเคราะห์หัสเชิงคุณภาพเพื่อสำรวจความยั่งยืนวิธีการสอนของครูช่างฝีมือ ผลของการเรียนรู้การพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อ

นักเรียนและวิธีการส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน (ESD) ด้วยหลักสูตรงานฝีมือไม้ไผ่ในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ผลงานวิจัยแสดงว่า (1) มีความแตกต่างในไม้ไผ่หลักสูตรช่างฝีมือ งานฝีมือของครู และหลักสูตรแตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางเทคนิคความลึกและความคิดสร้างสรรค์ (2) เกี่ยวกับเกณฑ์การประเมิน ESD ของหลักสูตรงานฝีมือไม้ไผ่ทั้ง 4 หลักสูตรทักษะการเรียนรู้ตัวมันเองยังไม่สมบูรณ์ แต่นักเรียนจะได้รับเส้นทางสู่การพึ่งพาตนเองในงานฝีมือและในการตอบสนองต่อความท้าทายด้านความยั่งยืนทางวัฒนธรรม และ (3) เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ESD และ Bamboo Craft Education การศึกษาเกี่ยวกับงานไม้ไผ่ส่งเสริมแนวคิดด้านความยั่งยืนและมีความสำคัญต่อการสร้างสรรค์งานฝีมือ มหาวิทยาลัยเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ทดลองใช้เทคนิคความสามารถและความรู้ แต่ ESD มีข้อจำกัด

Vivian (2019) ได้ศึกษา การพัฒนาของ "ความคิดสร้างสรรค์สำหรับ ES" (ความคิดสร้างสรรค์เพื่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม, ES) ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีทั่วไป จากโมเดลพฤติกรรมที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและโมเดลความสามารถในการยั่งยืนทางด้านความยั่งยืนที่พบ ผู้วิจัยได้ออกแบบหลักสูตรการเรียนการสอนความคิดสร้างสรรค์เพื่อ ES และรวมเข้ากับหลักสูตรการสอนของเกมสำหรับนักศึกษาในมหาวิทยาลัยในฮ่องกง ทั้งหมด 20 คนจาก 3 กลุ่ม โดยใช้การสัมภาษณ์และผลการสัมภาษณ์วิเคราะห์โดยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญสองคน โดยปัจจัยที่มีผลต่อนักศึกษาพบว่าเป็นลักษณะของความคิดสร้างสรรค์เพื่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม: ความไวและการค้นหาปัญหา; ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์; ความหลงใหลในการสร้างแบบแบรนต์ตนเอง; การคิดเชิงระบบและการคิดเชิงทฤษฎีเพื่ออนาคต; และการทำใหม่ของความคิดสร้างสรรค์ งานวิจัยนี้ค้นพบว่า ได้พัฒนาความสามารถและแรงบันดาลใจตนเอง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพฤติกรรมการตัดสินใจที่ยั่งยืนตลอดชีวิต งานวิจัยนี้ได้ศึกษาว่าสามลักษณะของความคิดสร้างสรรค์เพื่อเพื่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม สามารถเสริมสร้างในหลักสูตรที่ขึ้นอยู่กับธีมที่เรียบง่ายในชีวิตประจำวัน ด้วยเหตุนี้ การศึกษาความคิดสร้างสรรค์เพื่อ ES สามารถผสมเข้ากับหลักสูตรที่มีอยู่หลายรายวิชา

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน 2) เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร ซึ่งผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) 3 วงจรปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ผู้เข้าร่วมวิจัย
3. บริบทห้องเรียน
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้จะทำเป็นวงจร ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ ตามขั้นตอนที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นวางแผน (Plan) 2. ขั้นลงมือปฏิบัติ (Action) 3. ขั้นสังเกต (Observe) และ 4. ขั้นการสะท้อนผล (Reflect) (Kemmis and McTaggart, 1988 อ้างถึงใน สิริรักษา กิจเกื้อกุล, 2557)

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. **ขั้นวางแผน (Plan)** ผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนจากนั้นวิเคราะห์ปัญหา ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความคิด

สร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. **ขั้นลงมือปฏิบัติ (Action)** ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

3. **ขั้นสังเกต (Observe)** ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เครื่องมือการวิจัย ดังนี้ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และใบกิจกรรม

4. **ขั้นสะท้อนผล (Reflect)** ผู้วิจัยประเมินการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะสะท้อนผลหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติ เพื่อให้ได้แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติต่อไป

การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้จะทำตาม 4 ขั้นตอนข้างต้น จนครบ 3 วงจรปฏิบัติ จากนั้นนำข้อมูลจากใบกิจกรรมและชิ้นงานของนักเรียนมาวิเคราะห์ เพื่อพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในแต่ละวงจรปฏิบัติ โดยมีรูปแบบกระบวนการวิจัยดังภาพ



ภาพ 5 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research)

ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 38 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว22202 เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 สำหรับโรงเรียนที่ผู้วิจัยเก็บข้อมูลในครั้งนี้ จัดเป็นโรงเรียนขยายโอกาส ขนาดกลาง ตั้งอยู่ในเขตเทศบาล ชุมชนเมือง มีจำนวนนักเรียนประมาณ 305 คน แบ่งเป็นระดับการจัดการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 - ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้ทำการจัดการเรียนการสอนและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความตั้งใจเรียน นักเรียนในห้องเรียนมีทั้งเก่ง ปานกลางและอ่อน สำหรับบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนหน้าผู้สอนจะเน้นการบรรยายเป็นหลัก มีการทดลองตามกิจกรรมบ้าง นักเรียนนั่งเรียน จดบันทึกตามที่ครูสอน ไม่มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นต่อเนื้อหาที่เรียน และไม่ได้แสดงถึงความคิดในการนำเอาความรู้ไปใช้ประโยชน์ทั้งต่อตนเอง สังคม และสภาพแวดล้อมในบริบทที่นักเรียนอาศัยอยู่ ไม่มีการสร้างชิ้นงานที่แสดงซึ่งความคิดสร้างสรรค์

บริบทห้องเรียน

บริบทของห้องเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ ลักษณะเป็นห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ภายในห้องมีอุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ พัดลม ไฟ และ Smart TV ห้องปฏิบัติการมีอากาศถ่ายเทสะดวก ลักษณะการจัดโต๊ะเก้าอี้ของนักเรียนเป็นแบบกลุ่ม และโรงฝึกงานอาชีพของโรงเรียนเป็นอาคารชั้นเดียว บริเวณด้านในโล่ง มีปลั๊กไฟและน้ำประปา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามคำถามวิจัย ได้แก่

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ควรมีแนวทางอย่างไร มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรสถานศึกษา จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้แผนละ 4 ชั่วโมง รวมเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดังนี้

| | |
|--|-----------------|
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง Water delivery | จำนวน 4 ชั่วโมง |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง Trash pickup | จำนวน 4 ชั่วโมง |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง Zero Heroes ลดขยะ | จำนวน 4 ชั่วโมง |

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2. เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

2.1 ใบกิจกรรม

2.2 ชิ้นงานของนักเรียน

2.3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

ตาราง 7 สรุปคำถามวิจัยและเครื่องมือวิจัย

| คำถามวิจัย | เครื่องมือวิจัย |
|--|---|
| 1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ควรมีแนวทางอย่างไร | - แผนการจัดการเรียนรู้ - แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ |
| 2. เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร | - ใบกิจกรรม - ชิ้นงานของนักเรียน - แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน |

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย รายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ละ 4 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง

1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยศึกษา และทำความเข้าใจในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา โครงสร้างเวลาเรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ คู่มือการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของ กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) ดังนี้

1.2.1 ขั้นทำความเข้าใจ (Empathize) คือ นักเรียนทำความเข้าใจความท้าทาย สภาพปัญหา จากเหตุการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน จากข่าว หรือรายงาน เป็นต้น รวมถึงการทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายโดยวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดต่าง ๆ โดยอาจเริ่มจากการใช้คำถาม การ ตั้งสมมติฐาน

1.2.2 ขั้นนิยามปัญหา (Define) คือ นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ขั้นตอนแรกมาเขียนลงบน กระดาษโน้ต (post-it) จากนั้นร่วมกันอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อสรุปประเด็นสำคัญและลักษณะ ของโมเดลชิ้นงานที่ต้องการออกแบบ เพื่อให้ได้กรอบโจทย์ที่ชัดเจน

1.2.3 ขั้นสร้างแนวคิด (Ideate) คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวม และการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย มาสร้างแนวคิดที่หลากหลายอย่างน้อย 3 แนวคิดที่แตกต่างกัน

1.2.4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) คือ นักเรียนเลือก 1 แนวคิดจาก 3 แนวคิด เพื่อนำมาออกแบบร่างชิ้นงานที่แต่ละกลุ่มต้องการสร้างเพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

1.2.5 ขั้นทดสอบ (Test) คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและทดสอบผลงานของตนเอง โดยนักเรียนได้ประเมินชิ้นงานของเพื่อนกลุ่มอื่น มีการบอกข้อดี ข้อจำกัดในชิ้นงานที่กลุ่มอื่น นำเสนอ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงหรือพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบ เป็นฐาน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย รายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละ แผนการเรียนรู้ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และแบบบันทึก สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ออกเป็น 3 วงจรปฏิบัติ ดังตารางที่ 8

ตาราง 8 ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ สถานการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้ ประเภทของชิ้นงานและ จำนวนชั่วโมงเรียน

| แผน ที่ | ชื่อแผนการ จัดการเรียนรู้ | สถานการณ์ | เนื้อหาเครื่องกล อย่างง่าย | ชิ้นงาน | จำนวน ชั่วโมง |
|------------|------------------------------|--|--|---------------------------------|------------------|
| 1 | Water delivery | การสร้างอุปกรณ์รด น้ำในสภาวะภัยแล้ง | คาน, ลิ่ม, พื้น เอียง, สกรู | โมเดลอุปกรณ์ รดน้ำ | 4 |
| 2 | Trash pickup | การสร้างอุปกรณ์เก็บ ขยะสำหรับนักเรียน ในโรงเรียน | คาน, ลิ่ม, สกรู, ล้อและเพลา, พื้น เอียง | โมเดลอุปกรณ์ เก็บขยะ | 4 |
| 3 | Zero Heroes ลดขยะ | การสร้างของเล่น หรือของที่ระลึกเนื่อง ในงานเทศกาลกิน ปลาประจำปี | คาน, ลิ่ม, สกรู, ล้อและเพลา, พื้น เอียง, รอก | โมเดลของเล่น หรือของที่ระลึก | 4 |

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เสนอ ต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ในระดับอุดมศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และศึกษานิเทศก์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน เพื่อประเมิน ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งกำหนดเกณฑ์ตามแบบประเมินผลงานวิจัยและเกณฑ์ การประเมินของบุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) ดังนี้

- 5 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มากที่สุด
- 4 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มาก
- 3 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ปานกลาง
- 2 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม น้อย

1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

1.4.1 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ คำนวณหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบกับเกณฑ์การแปลความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 121) ดังนี้

| ค่าเฉลี่ย | ความหมาย |
|-------------|--|
| 4.51 – 5.00 | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มากที่สุด |
| 3.51 – 4.50 | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มาก |
| 2.51 – 3.50 | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ปานกลาง |
| 1.51 – 2.50 | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม น้อย |
| 1.00 – 1.50 | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม น้อยที่สุด |

โดยผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จะต้องมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน จึงจะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 121) ซึ่งจากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยและเทียบกับเกณฑ์แล้วนั้น พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81

1.5 ปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับผู้เข้าร่วมวิจัย

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงและแก้ไขแล้วไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 และดำเนินการปรับปรุงพัฒนาต่อในวงจรปฏิบัติที่ 2 และ 3 ให้สอดคล้องกับสภาพการจัดการเรียนรู้จริง

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือสำหรับผู้วิจัยและครูประจำการที่ใช้สะท้อนสภาพปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ในวงจรปฏิบัติที่ 1 2 และ 3 โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 กำหนดขอบข่ายในการสังเกต ได้แก่ ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน สามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนหรือไม่ เกิดปัญหาในขั้นตอนใดบ้าง แนวทางการแก้ปัญหาหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการจัดการเรียนรู้

2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามขอบเขตที่กำหนด

2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระเพื่อตรวจสอบและให้คำแนะนำ

2.4 ปรับปรุงและแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

2.5 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแล้ว มาใช้จริงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในวงจรปฏิบัติที่ 1 2 และ 3 เพื่อใช้สำหรับปรับปรุงพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนต่อไป

3. ใบกิจกรรม

ใบกิจกรรม เป็นเครื่องมือสำหรับนักเรียนเพื่อใช้ในการจดบันทึกและเขียนตอบคำถามในแต่ละวงจรปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้อามาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยมีขั้นตอนการสร้างบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

3.1 กำหนดหัวข้อที่จะให้นักเรียนจดบันทึกในใบกิจกรรม ได้แก่ ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้คืออะไร ลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่ต้องการออกแบบ การนำความรู้เรื่องหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้ในการออกแบบชิ้นงาน การเขียนโครงร่างชิ้นงาน และการประเมินชิ้นงาน

3.2 สร้างใบกิจกรรม

3.3 นำใบกิจกรรมของนักเรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระเพื่อตรวจสอบพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น

3.4 ปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมของนักเรียน

3.5 นำใบกิจกรรมของนักเรียนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปใช้จริงกับผู้เข้าร่วมวิจัย เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการตรวจสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

4. ชิ้นงานนักเรียน

ชิ้นงาน (โมเดลชิ้นงาน) เป็นเครื่องมือสำหรับนักเรียนโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มได้สร้างขึ้น โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้อามาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนา

อย่างยั่งยืน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิง
 ออกแบบเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ
 โดยมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาชิ้นงาน ดังนี้

- 4.1 กำหนดลักษณะของชิ้นงานและจุดประสงค์ของการสร้างชิ้นงาน
- 4.2 ออกแบบและสร้างคำสั่งที่ใช้ในชิ้นงาน
- 4.3 นำคำสั่งที่ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนสร้างชิ้นงานเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการ
 คำนวณวิเคราะห์เพื่อพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น
- 4.4 นำคำสั่งที่ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนสร้างชิ้นงานที่ได้แก้ไข ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงเพื่อ
 เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับตรวจสอบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

5. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เป็นเครื่องมือสำหรับทดสอบ
 ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิง
 ออกแบบ ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ ซึ่งเป็นแบบทดสอบรายบุคคลที่มีสถานการณ์แตกต่างกันไปจาก
 สถานการณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบการ
 พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีขั้นตอน
 การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ดังนี้

- 5.1 กำหนดจุดประสงค์และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่าง
 ยั่งยืนที่ต้องการทดสอบ ได้แก่ ด้านการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ด้านการ
 ออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ได้ ด้านการเลือกใช้วัสดุที่
 ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) ด้านการนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ใน
 การสร้างผลงาน (ด้านวัฒนธรรม) ด้านกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน
 (ด้านเศรษฐกิจ) และด้านการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงผลงานโดย
 คำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม
- 5.2 สร้างสถานการณ์และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนให้
 สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
- 5.3 นำแบบทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการคำนวณวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบพิจารณาและให้
 ข้อคิดเห็น

5.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ

5.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้ทดสอบจริงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับตรวจสอบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาลักษณะและผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 รวมเวลา 12 ชั่วโมง โดยเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 และ 3 ต่อไป โดยใช้เครื่องมือวิจัยในการเก็บข้อมูล ดังนี้

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้เตรียมไว้ในแต่ละวงจรปฏิบัติ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ดังนี้

| | |
|--|-----------------|
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง Water delivery | จำนวน 4 ชั่วโมง |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง Trash pickup | จำนวน 4 ชั่วโมง |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง Zero Heroes ลดขยะ | จำนวน 4 ชั่วโมง |

ในระหว่างดำเนินการในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ในลำดับต่อไป ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและครูประจำการใช้จัดบันทึกเพื่อสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการจัดการปัญหานั้น
2. ใบกิจกรรม สำหรับนักเรียนใช้เพื่อจัดบันทึกและตอบคำถามในแต่ละวงจรปฏิบัติการ
3. ชิ้นงานของนักเรียน สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้สร้างโมเดลในแต่ละวงจรปฏิบัติ
4. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน สำหรับนักเรียนแต่ละคน โดยนักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนหลังจากเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

ผู้วิจัยสามารถสรุปเครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งตามคำถามวิจัยได้ ดังตารางที่

9

ตาราง 9 คำถามวิจัย เครื่องมือและเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

| คำถามวิจัย | เครื่องมือ | ผู้ให้ข้อมูล | เวลาที่ใช้ |
|--|--|--|-------------------------------------|
| 1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ควรมีแนวทางอย่างไร | - แผนการจัดการเรียนรู้ - แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ | - ผู้วิจัย - ผู้วิจัยและครูประจำการ | - ระหว่าง - วงจร - ปฏิบัติการ |
| 2. เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร | - ใบกิจกรรม - ชิ้นงาน - แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน | - นักเรียน - นักเรียน | - จบบาง - ปฏิบัติ การ |

ตาราง 10 แนวทางการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละวงจรปฏิบัติการในงานวิจัยครั้งนี้

| วงจรปฏิบัติการ | แผนการจัดการเรียนรู้ | เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ | ผู้ให้ข้อมูล | เวลาที่ใช้ |
|---|--|--|------------------------------------|--|
| 1 | แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 Water delivery | - แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้อัจฉริยภาพการเรียนรู้ - ใบกิจกรรม - ชิ้นงานของนักเรียน | ผู้วิจัยและครูประจำการ นักเรียน | ตลอดเวลาการจัดการเรียนรู้อัจฉริยภาพการเรียนรู้ ตลอดเวลาการจัดการเรียนรู้อัจฉริยภาพการเรียนรู้ |
| สะท้อนผลการปฏิบัติการวงจรที่ 1 และปรับปรุงการใช้แผนการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 | | | | |

| ววงจร ปฏิบัติการ | แผนการจัดการ เรียนรู้ | เครื่องมือที่ใช้สะท้อน ผลการปฏิบัติ | ผู้ให้ข้อมูล | เวลาที่ใช้ |
|---|--|---|----------------------------|--|
| 2 | แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 2 Trash Pickup | - แบบสะท้อนผลการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ | ผู้วิจัยและครู ประจำการ | ตลอดเวลาการ จัดการเรียนรู้ |
| | | - ใบกิจกรรม - ชิ้นงานของนักเรียน | นักเรียน | ตลอดเวลาการ จัดการเรียนรู้ |
| สะท้อนผลการปฏิบัติการวงจรที่ 2 และปรับปรุงการใช้แผนการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 | | | | |
| 3 | แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 3 Zero Heroes ลด ขยะ | - แบบสะท้อนผลการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ | ผู้วิจัยและครู ประจำการ | ตลอดเวลาการ จัดการเรียนรู้ |
| | | - ใบกิจกรรม - ชิ้นงานของนักเรียน | นักเรียน | ตลอดเวลาการ จัดการเรียนรู้ |
| สรุปผลการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาแล้ว | | | | |
| การทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน | | | | |
| เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ | | ผู้ให้ข้อมูล | | เวลาที่ใช้ |
| แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน | | นักเรียน | | จบการเรียนรู้ ครบทั้ง 3 แผนการจัดการ เรียนรู้ |

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) เพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไปและหาลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน 2) วิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนซึ่งจะเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจำกัดไปและหาลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง หลังจากเก็บข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 นำข้อมูลดิบจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูประจำการ มาอ่านข้อมูลทั้งหมดแล้วคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญที่สามารถตอบคำถามวิจัยได้

1.2 รวบรวมข้อมูลที่สามารถตอบคำถามวิจัยได้

1.3 หาลักษณะร่วม เมื่อได้หมวดหมู่แล้ว ผู้วิจัยตีความข้อมูล จากนั้นหาความสำคัญของข้อมูลที่ได้จากตัวผู้วิจัยเองเทียบกับข้อมูลที่ได้จากครูประจำการเพื่อสรุปเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับสภาพจริงของนักเรียน

2. การวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ ใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ลดและแยกข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลดิบจากใบกิจกรรมของนักเรียนแล้ว ผู้วิจัยเริ่มอ่านข้อมูลดิบทั้งหมด จากนั้นคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญที่จะสามารถตอบคำถามวิจัยได้

2.2 รวบรวมข้อมูล โดยรวบรวมข้อมูลที่สามารถบ่งบอกพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน รวมถึงการรวบรวมข้อมูลและเปรียบเทียบกับนิยามขององค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ไว้ สามารถจำแนกได้ ดังนี้

ตาราง 11 การวิเคราะห์องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียน

| หมวดหมู่ | รหัส | ระดับ/คำนิยาม | ตัวอย่างความคิดสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน |
|--|------|---|---|
| การสร้างแนวคิดหรือ วิธีการแก้ปัญหา | D1 | ระดับ 1 : ไม่มีการสร้างแนวคิด หรือวิธีการแก้ปัญหา | S0: นักเรียนไม่มีการเขียน แสดงคำตอบ |
| | D2 | ระดับ 2 : สร้างแนวคิดหรือ วิธีการแก้ปัญหา 1 แนวคิด | S0: นักเรียนไม่มีการเขียน แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา 1 แนวคิด |
| | D3 | ระดับ 3 : สร้างแนวคิดหรือ วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ได้ 2 แนวคิด | S37: โมเดลอุปกรณ์รดน้ำแบบ รอกรดน้ำ และแบบกะลาสุ่ม |
| | D4 | ระดับ 4 : สร้างแนวคิดหรือ วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ได้ 3 แนวคิด | S08: โมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ แบบมีรูดูดจับ แบบพั่วและ แบบรถเก็บขยะ |
| การออกแบบและ สร้างสรรค์ผลงานที่ แปลกใหม่ มีประโยชน์ และสามารถนำไปใช้ได้ | C1 | ระดับ 1 : ไม่มีการสร้างสรรค์ ผลงานที่แปลกใหม่ ไม่สามารถ นำไปใช้ประโยชน์ได้ | S0: นักเรียนไม่มีการสร้าง สรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และ ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ได้ |
| | C2 | ระดับ 2 : ออกแบบแนวคิดที่ แปลกใหม่ต่างจากชิ้นงานที่มี อยู่ก่อน อย่างน้อย 1 จุดและ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ | S29: ออกแบบที่คียบยะซึ่ง แตกต่างจากที่มีอยู่ก่อนโดย เพิ่มแผ่นฟองน้ำตรงจุดหมุนให้ ใช้งานได้คล่องขึ้น |
| | C3 | ระดับ 3 : ออกแบบแนวคิดที่ แปลกใหม่ต่างจากชิ้นงานที่มี อยู่ก่อน อย่างน้อย 2 จุดและ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ | S36: ออกแบบอุปกรณ์รดน้ำ ซึ่งแตกต่างจากที่มีอยู่ก่อนโดย ทำให้เคลื่อนที่ได้และใช้วัสดุรี ไซเคิลมาทำเป็นตัวบรรจุน้ำ |

| หมวดหมู่ | รหัส | ระดับ/คำนิยาม | ตัวอย่างความคิดสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน |
|---|------|---|--|
| | C4 | ระดับ 4 : ออกแบบแนวคิดที่ แปลกใหม่ต่างจากชิ้นงานที่มี อยู่ก่อน อย่างน้อย 3 จุดและ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ | S36: ออกแบบอุปกรณ์รดน้ำ ซึ่งแตกต่างจากที่มีอยู่ก่อนโดย ใช้กะละเป็น ตัวบรรจุน้ำ สามารถปักลงดินได้ และมี ลักษณะคล้ายกับส้ม |
| การเลือกใช้วัสดุที่ลด การเกิดของเสีย (ด้าน สิ่งแวดล้อม) | N1 | ระดับ 1 : ไม่สามารถเลือกใช้ วัสดุที่ลดการเกิดของเสียได้เลย | S0: นักเรียนไม่สามารถ เลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของ เสียได้เลย |
| | N2 | ระดับ 2 : เลือกใช้วัสดุในการ สร้างชิ้นงานที่ไม่สามารถรี ไซเคิลวัสดุนั้นได้ 2 ชนิด | S0: เลือกใช้วัสดุในการสร้าง ชิ้นงานที่ไม่สามารถรีไซเคิล วัสดุนั้นได้ 2 ชนิด |
| | N3 | ระดับ 3 : เลือกใช้วัสดุในการ สร้างชิ้นงานที่ไม่สามารถรี ไซเคิลวัสดุนั้นได้ 1 ชนิด | S02: ใช้แผ่นพลาสติกกรอง กระดาษกะลามะพร้าว |
| | N4 | ระดับ 4 : เลือกใช้วัสดุในการ สร้างชิ้นงานที่ลดการเกิดของ เสียทั้งหมด | S27: ใช้ไม้กระถินมาแกะสลัก ให้เป็นหุ่น ใช้กะลามะพร้าวทำ บ่อน้ำ และใช้ไม้ไผ่ทำแพ |
| การนำสถานการณ์หรือ วัฒนธรรมท้องถิ่นมา ประยุกต์ในการ สร้างสรรค์ผลงาน (ด้านสังคม) | U1 | ระดับ 1 : ไม่นำสถานการณ์ หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมา ประยุกต์ในชิ้นงานเลย | S01: นักเรียนไม่ได้ระบุหรือ เลือกสถานการณ์หรือวัฒน ธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ใน การสร้างชิ้นงานเลย |

| หมวดหมู่ | รหัส | ระดับ/คำนิยาม | ตัวอย่างความคิดสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน |
|---|------|---|--|
| | U2 | ระดับ 2 : นำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมที่บุคคลอื่นรู้จักกันอย่างกว้างขวางมาประยุกต์ได้ถูกต้องบางส่วน | S33: การใช้กะลาทำกระถางสำหรับแขวนต้นไม้ขนาดเล็ก แต่นักเรียนระบุว่า เป็นวัฒนธรรมการจัดต้นไม้ให้สวยงาม |
| | U3 | ระดับ 3 : นำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมที่บุคคลอื่นรู้จักกันอย่างกว้างขวางมาประยุกต์ได้อย่างถูกต้อง | S04: นำไม้ไผ่มาทำเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ ได้แก่ รางส่งน้ำในอุปกรณ์รดน้ำ |
| | U4 | ระดับ 4 : นำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นของตนเองมาประยุกต์ในการสร้างชิ้นงาน | S12: การใช้คันเบ็ดตกปลา บริเวณแม่น้ำเจ้าพระยา |
| กระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) | O1 | ระดับ 1 : ไม่มีการระบุราคาของวัสดุที่ใช้และไม่สามารถคำนวณต้นทุนออกมาได้อย่างถูกต้อง | S0: นักเรียนไม่ได้ระบุราคาวัสดุรวมถึงไม่คำนวณต้นทุน |
| | O2 | ระดับ 2 : ระบุราคารวมที่ใช้สร้างสรรค์ผลงานและไม่แสดงวิธีการคำนวณต้นทุน | S18: ระบุตัวเลขราคารวมในแต่ละแบบร่างโมเดลอุปกรณ์ เก็บขยะแต่ไม่ระบุรายละเอียดราคาวัสดุ และไม่แสดงวิธีการคำนวณต้นทุน |

| หมวดหมู่ | รหัส | ระดับ/คำนิยาม | ตัวอย่างความคิดสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน |
|---|------|--|--|
| | O3 | ระดับ 3 : ระบุราคาของวัสดุที่ใช้แต่ไม่แสดงวิธีการคำนวณต้นทุน | S23: ระบุราคาของวัสดุแต่ละชนิดที่ใช้ในแต่ละแบบร่างโมเดลของโมเดลของที่ระลึกแต่ไม่คำนวณต้นทุนออกมา |
| | O4 | ระดับ 4 : ระบุราคาของวัสดุที่ใช้และแสดงวิธีการคำนวณต้นทุนออกมาได้อย่างถูกต้อง | S09: ระบุราคาของวัสดุแต่ละชนิดที่ใช้ในแต่ละแบบร่างโมเดลของที่ระลึกและคำนวณต้นทุนออกมาได้อย่างถูกต้อง |
| การประเมินข้อดีข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงผลงาน โดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม | E1 | ระดับ 1 : ไม่มีการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และไม่สามารถให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแนวคิดโดยการคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมได้ | S0: ไม่มีการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และไม่สามารถให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแนวคิดโดยการคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมได้ |
| | E2 | ระดับ 2 : ประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือข้อเสนอแนะในการแก้ไขชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจ หรือสิ่งแวดล้อมได้ 1 ด้าน | S06: ข้อดี คือ ใช้วัสดุจากธรรมชาติมาทำ ข้อจำกัด คือ ปริมาณของขยะที่เก็บได้ยังน้อย ข้อเสนอแนะคือ ทำให้บริเวณลิมยาวกว่านี้เพื่อเพิ่มปริมาณขยะที่เก็บ |

| หมวดหมู่ | รหัส | ระดับ/คำนิยาม | ตัวอย่างความคิดสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน |
|----------|---|--|--|
| E3 | ระดับ 3 : ประเมินข้อดี หรือ ข้อจำกัด หรือข้อเสนอแนะในการแก้ไขชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจ หรือ สิ่งแวดล้อมได้ 2 ด้าน | S23: ข้อดี คือ เก็บขยะได้หลายชนิด ใช้วัสดุรีไซเคิลได้ ราคาประหยัด ข้อจำกัด คือ มีความทนทานต่ำ ข้อเสนอแนะคือ ทำให้มีความแข็งแรงมากขึ้น | |
| E4 | ระดับ 4 : ประเมินข้อดี หรือ ข้อจำกัด หรือข้อเสนอแนะในการแก้ไขชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจ หรือ สิ่งแวดล้อมได้ครบทุกด้าน | S08: ข้อดี คือ ตั้งโชว์ได้ ใช้วัสดุจากธรรมชาติ นำอาชีพท้องถิ่นมาปรับใช้ในผลงาน ทำได้ราคาไม่แพง ข้อจำกัดคือ กลไกไม่ค่อยแข็งแรง ข้อเสนอแนะ คือ ปรับคานกับรอกให้แข็งแรง อาจใช้สกรูยึดติดกับหุ่น และแกะสลักหุ่นให้สวยงาม | |

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน ที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพของผลการวิจัยออกเป็นสองส่วน คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และผลของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยเก็บข้อมูลได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน และชิ้นงานของนักเรียน

ในการตอบคำถามวิจัย **ข้อที่ 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2** ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และชิ้นงานของนักเรียน หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน 5 ขั้นตอน เสร็จสิ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ในตอนท้ายของแต่ละวงจรปฏิบัติจะเป็นการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข พัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติถัดไป

1.1 ผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 (แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง Water delivery)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2567 เวลา 10.30 – 11.30 น. วันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2567 เวลา 12.30 – 14.30 น. และวันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2567 เวลา 13.30 – 14.30 น. ผลการปฏิบัติในแต่ละชั้นวงจรเป็นดังนี้

ขั้นวางแผน (Plan)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทำการตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับนักเรียน ซึ่ง

ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะ ได้แก่ การให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการของเครื่องกล 6 ประเภท เพื่อนำหลักการมาใช้ในการออกแบบชิ้นงาน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นปฏิบัติ (Act)

ในขั้นปฏิบัตินี้ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า เมื่อเริ่มต้นกิจกรรมผู้วิจัยได้นำภาพสถานการณ์ภัยแล้งให้นักเรียนดู พบว่านักเรียนมีความสนใจในภาพสถานการณ์และสามารถตอบคำถามที่ครูผู้สอนถามได้ ในขั้นนิยามปัญหานักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถระบุเป้าหมายของการออกแบบชิ้นงานได้อย่างครบถ้วน ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายและสร้างความเข้าใจถึงสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งโดยรวมแล้วในขั้นปฏิบัตินักเรียนให้ความสนใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

ขั้นสังเกต (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและครูประจำการได้ทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้รวมถึงการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน โดยทำการบันทึกลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ภายหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวันเสร็จสิ้นลง

ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลถึงปัญหาและแนวทางการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนการสอนที่ใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานในวงจรปฏิบัติถัดไป โดยได้สะท้อนผลในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้และในภาพรวมจากเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1.1 ขั้นทำความเข้าใจ (Empathize) ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยนำภาพสถานการณ์การทำเกษตรในหน้าแล้ง 2 สถานการณ์ให้นักเรียนดู ซึ่งพบว่านักเรียนให้ความสนใจ จากนั้นครูผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกได้ว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้คือสถานการณ์ใด รวมถึงสามารถบอกผลกระทบของสถานการณ์ข้างต้นที่กำหนดให้ได้ ผู้วิจัยได้ถามคำถามนักเรียนว่า หากกลุ่มของนักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ภัยแล้ง นักเรียนจะรับมือกับสถานการณ์ภัยแล้งอย่างไร โดยครูให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นกลุ่มละ 1 วิธีการ พบว่านักเรียนแสดงความคิดเห็นถึงการรับมือสถานการณ์ภัยแล้งได้ แต่ยังไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็น ผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์การปลูกพืชผักสวนครัวในหน้าแล้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงปัญหาการออกแบบอุปกรณ์รดน้ำ โดยผู้วิจัยได้กำหนดเงื่อนไขการสร้างอุปกรณ์ซึ่งพบว่านักเรียนไม่ค่อยเข้าใจถึงเงื่อนไขปริมาณการใช้น้ำ ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายเพิ่มเติม แต่โดยรวมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำความเข้าใจใน

สถานการณ์ตัวอย่างที่ผู้วิจัยนำมาได้ จากข้อเสนอแนะของครูร่วมสังเกตการณ์พบว่า สถานการณ์ที่นำมาใช้นั้นนักเรียนส่วนใหญ่สามารถโต้ตอบต่อคำถามที่ผู้วิจัยถามได้ ดังนั้นประเด็นปัญหาที่ควรนำมาใช้จึงควรเป็นประเด็นปัญหาที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์กับสถานการณ์นั้นมาก่อน

“ครูผู้สอนควรตั้งประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์จริงให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพก่อนลงมือปฏิบัติ แล้วนักเรียนจะเกิดความท้าทายและความมั่นใจในการแก้ไขปัญหา”

(ข้อเสนอแนะจากครูประจำการ ผู้เข้าร่วมสังเกตการณ์, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1)

1.1.2 ชั้นนิยามปัญหา (Define) ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพูดคุยกับสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อช่วยกันระบุและนิยามปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ลงในกระดาษ post-it ที่ครูผู้สอนได้แจกให้แต่ละกลุ่ม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุลักษณะของโมเดลอุปกรณ์รดน้ำที่ตรงกับเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนดได้ แต่มีนักเรียนบางส่วนภายในกลุ่มที่มีความเข้าใจต่อลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่ต้องการออกแบบแตกต่างจากเพื่อน และนักเรียนบางส่วนในกลุ่มยังไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา

| | |
|--------------------------|--|
| จุดเด่น | นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงภาพ และสามารถระบุปริมาณของอุปกรณ์รดน้ำที่อาจวาง 100กิโลเมตรได้ตามเงื่อนไข |
| จุดด้อย | นักเรียนบางคนในกลุ่มยังไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็น |
| ปัญหาและอุปสรรคที่พบ | นักเรียนบางส่วนยังไม่ค่อยเข้าใจในการระบุปัญหา และลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่ต้องการออกแบบ |
| แนวทางในการปรับปรุงแก้ไข | ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนที่ยังไม่ตอบแสดงออกกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองมากขึ้น |

ภาพ 6 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 Water delivery

1.1.3 ชั้นสร้างแนวคิด (Ideate) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเห็นเพื่อสร้างแนวคิดในการออกแบบชิ้นงานอุปกรณ์รดน้ำโดยนักเรียนต้องสร้างแนวคิดที่แตกต่างกัน 3 แนวคิด พบว่า นักเรียนค่อนข้างใช้ระยะเวลาในการระดมความคิดเห็น นักเรียนไม่

ค่อยเสนอความคิดเห็นของตนเองออกมา ทำให้ผู้วิจัยต้องคอยเดินกระตุ้นเป็นกลุ่มและถามกระตุ้นทีละคนในกลุ่มนั้นทำให้ใช้ระยะเวลาค่อนข้างมาก อีกทั้งเมื่อนักเรียนแสดงความคิดเห็นมาแล้วนักเรียน **ไม่ค่อยมีความมั่นใจในแนวคิดของตนเอง** (สังเกตได้จากการถามคำถามของนักเรียนว่าแนวคิดของตนนั้นถูกหรือไม่, แนวคิดนั้นสามารถใช้ได้หรือไม่ ผู้วิจัยจึงต้องให้กำลังใจนักเรียนและบอกกับนักเรียนว่าจะแนะนำและให้ลองทำก่อน) อีกทั้งยังพบว่า **นักเรียนบางกลุ่มมีข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขของอุปกรณ์รดน้ำที่ผู้วิจัยกำหนดคือ วัสดุที่ปลอดภัยและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม** ทำให้ผู้วิจัยต้องนำหัวข้อวัสดุที่ปลอดภัยและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมมาร่วมอภิปรายกับนักเรียนทั้งห้องเพื่อให้แต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นและสามารถคิดวัสดุที่ตรงกับเงื่อนไขในการสร้างอุปกรณ์รดน้ำได้ นอกจากนี้ในส่วนของเงื่อนไขการนำวัฒนธรรมท้องถิ่นเข้ามาผสมผสานในอุปกรณ์ พบว่า **นักเรียนยังไม่เข้าใจว่าจะต้องนำวัฒนธรรมท้องถิ่นใดมาใส่** นักเรียนส่วนใหญ่เสนอข้อคิดเห็นเกี่ยวกับวัฒนธรรมด้านการกินคือ ปลาช่อนแม่ลา ซึ่งยังไม่หลากหลาย **ผู้วิจัยจึงต้องแนะนำนักเรียนว่าวัฒนธรรมท้องถิ่นของจังหวัดสิงห์บุรีไม่ได้มีเพียงแต่วัฒนธรรมการกินเท่านั้นแต่ยังหมายถึงความรวมถึง ความเชื่อ ลักษณะการเมืองการปกครองในจังหวัด และสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ เป็นต้น** หลังจากที่ผู้วิจัยได้เข้าไปพูดคุยกับนักเรียนแต่ละกลุ่มพบว่า นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการคิดค้นแนวคิดที่มีความแตกต่างกันในการสร้างอุปกรณ์รดน้ำ

“ครูครับ วัสดุที่ปลอดภัยและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม คืออย่างไรครับ”

(คำถามของนักเรียนระหว่างทำกิจกรรม, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 Water delivery)

“ครูคะ ปลาช่อนแม่ลาสามารถนำมาใช้สร้างแนวคิดได้ไหมคะ”

(คำถามของนักเรียนระหว่างทำกิจกรรม, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 Water delivery)

1.1.4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกแนวคิด 1 แนวคิดจาก 3 แนวคิดเพื่อนำมาสร้างอุปกรณ์รดน้ำ โดยการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจัดให้นักเรียนได้สร้างต้นแบบของชิ้นงานออกมาในลักษณะของโมเดลจำลอง ซึ่งผู้วิจัยตั้งใจจะใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากลักษณะการจัดโต๊ะเป็นแบบกลุ่มซึ่งน่าจะมีความง่ายต่อการทำโมเดลชิ้นงานและการแสดงความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม แต่เมื่อถึงชั่วโมงเรียนพบว่า **นักเรียนลงมือสร้างโมเดลชิ้นงานค่อนข้างลำบาก** เนื่องจากต้องใช้เครื่องมือช่าง เช่น เลื่อย สว่าน ในการตัดไม้แผ่นหรือการเจาะรูบนกะลา เป็นต้น ทำให้ผู้วิจัยต้องเปลี่ยนสถานที่จากห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็น **โรงฝึกงานอาชีพของโรงเรียน** ซึ่งเป็น อาคารปูน ชั้นเดียว ลักษณะเป็นบริเวณโล่ง มีไฟฟ้า และ

น้ำประปาสำหรับให้นักเรียนใช้ปฏิบัติงานเพื่อให้นักเรียนสร้างโมเดลอุปกรณ์รดน้ำได้สะดวกมากยิ่งขึ้น นักเรียนได้นำวัสดุที่เตรียมมา เช่น ไม้ไผ่ สกรู ขวดน้ำพลาสติก กะลามะพร้าว ฯลฯ มาสร้างโมเดล อุปกรณ์รดน้ำ แต่ยังคงพบปัญหาบางส่วนจากการทำชิ้นงาน เช่น อุปกรณ์ (สว่าน, มีด, ปืนกาว, กรรไกร) มีไม่เพียงพอทำให้ต้องแบ่งกันใช้ในแต่ละกลุ่ม ระยะเวลาในขั้นการสร้างต้นแบบจึงมากกว่าที่ผู้วิจัยได้ กำหนดไว้ และจากการที่ผู้วิจัยได้เดินดูนักเรียนขณะสร้างชิ้นงานพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่ลงมือสร้างโมเดลจำลองได้ตามแบบที่นักเรียนได้ร่างไว้ในใบกิจกรรม ดังภาพ



ภาพ 7 นักเรียนกลุ่ม 3 ขณะสร้างโมเดลอุปกรณ์รดน้ำ

1.1.5 ขั้นตอนทดสอบ (Test) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานของตนเอง มีการทดสอบชิ้นงานที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกแบบและสร้างว่าชิ้นงานนั้นสามารถใช้งานได้ และตรงตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนดหรือไม่ โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ผู้วิจัยแบ่งเวลาไว้ 15 นาที โดยกำหนดเวลานำเสนอชิ้นงานกลุ่มละไม่เกิน 5 นาที พบว่าเวลาในการนำเสนอและประเมินชิ้นงานโดยการบอกข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานนั้นไม่เพียงพอ ส่งผลให้การนำเสนอเร่งรีบจนเกินไป ซึ่งผู้วิจัยต้องแบ่งเวลาในแต่ละขั้นตอนให้มีความเหมาะสมกับกิจกรรม และน้ำเสียงที่นักเรียนบางกลุ่มใช้เสียงเบา ทำให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้ยินไม่ชัดเจน ส่งผลให้กลุ่มที่ต้องทำหน้าที่ให้ข้อเสนอแนะไม่สามารถเสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไขได้ ประกอบกับผู้วิจัยไม่ได้แจ้งประเด็นในการให้ข้อคิดเห็นว่า นักเรียนต้องสะท้อนข้อดี ข้อจำกัด และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขโมเดลชิ้นงานให้สอดคล้องกับด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้ให้

ข้อคิดเห็นที่ครอบคลุมประเด็นดังกล่าว และเมื่อผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในขณะที่ทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนขาดความกล้าแสดงออกในการเสนอความคิดเห็นของตนต่อชิ้นงานของเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงต้องคอยกระตุ้นถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมา

จากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 Water delivery สามารถสรุปประเด็นที่เกิดขึ้นได้ ดังนี้

ข้อดีในการจัดการเรียนรู้

1. สถานการณ์ที่นำมาใช้เป็นปัญหาเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนรู้จัก ค้นเคย ได้แก่ สถานการณ์ภัยแล้ง, การปลูกผักสวนครัวในหน้าแล้ง และการใช้ระบบน้ำหยด ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถโต้ตอบในประเด็นคำถามต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยถามกระตุ้นได้
2. นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อสถานการณ์ปัญหา แนวคิดในการสร้างโมเดลชิ้นงาน ผ่านการพูดคุยกันภายในกลุ่มในชั้นนิยามปัญหาและขั้นสร้างแนวคิด
3. นักเรียนได้ลงมือสร้างโมเดลชิ้นงานที่มาจากแนวคิดของกลุ่มตนเอง ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจองค์ความรู้หลักการเครื่องกลอย่างง่ายที่นักเรียนนำมาใช้ในโมเดลชิ้นงานของตนเองมากขึ้น

ข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนบางส่วนภายในกลุ่มมีความเข้าใจต่อลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่ต้องการออกแบบแตกต่างจากเพื่อน และยังไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา
2. นักเรียนยังขาดแหล่งข้อมูลทางด้านวัฒนธรรมท้องถิ่นในจังหวัดสิงห์บุรี, วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย และข้อมูลต้นทุนของวัสดุบางชนิดที่ไม่สามารถสร้างขึ้นด้วยตนเองได้ เช่น สกรู, กาวแท่ง เป็นต้น
3. สถานที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการสร้างโมเดลชิ้นงาน ทำให้ผู้วิจัยต้องเปลี่ยนสถานที่จึงส่งผลให้เกิดความล่าช้าขึ้นในขั้นตอนการสร้างต้นแบบ
4. ระยะเวลาในการนำเสนอและประเมินชิ้นงานโดยการบอกข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานนั้นไม่เพียงพอ
5. ผู้วิจัยไม่ได้แจ้งประเด็นในการให้ข้อคิดเห็น ว่า นักเรียนต้องสะท้อนข้อดี ข้อจำกัด และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขโมเดลชิ้นงานให้สอดคล้องกับด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้ให้ข้อคิดเห็นที่ครอบคลุมประเด็นดังกล่าว

สรุปการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานที่ต้องออกแบบและสร้างแนวคิดเพื่อให้ตอบสนองต่อ

เงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ยังไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อเพื่อนสมาชิกภายในกลุ่ม และยังขาดแหล่งข้อมูลด้านวัฒนธรรม, วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย และข้อมูลราคาของวัสดุบางชนิดที่นักเรียนไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ ผู้วิจัยจึงต้องเตรียมแหล่งข้อมูลดังกล่าวเพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนดได้

1.2 ผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง Trash Pickup)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2567 เวลา 10.30 – 11.30 น. วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2567 เวลา 12.30 – 14.30 น. และวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2567 เวลา 13.30 - 14.30 น. ผลการปฏิบัติในแต่ละขั้นของวงจรเป็นดังนี้

ขั้นวางแผน (Plan)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง Trash Pickup ตามที่ได้สะท้อนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 คือ ปรับระยะเวลาในการทำกิจกรรม คือ ในวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2567 เวลา 10.30 – 11.30 น. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจ (Empathize) ขั้นนิยามปัญหา (Define) และขั้นสร้างแนวคิด (Ideate) ในวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2567 เวลา 12.30 – 14.30 น. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมในขั้นพัฒนาต้นแบบ (Prototype) และในวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2567 เวลา 13.30 – 14.30 น. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นทดสอบ (Test) เป็นระยะเวลา 60 นาทีเพื่อให้เพียงพอต่อการนำเสนอโมเดลชิ้นงาน การทดสอบโมเดลชิ้นงาน และการเสนอความคิดเห็นในประเด็นข้อดี ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะหรือแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขต่อโมเดลชิ้นงานของเพื่อนกลุ่มอื่น นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มการตรวจแบบโครงร่างของนักเรียนแต่ละกลุ่มก่อนที่จะนำไปสร้างโมเดลชิ้นงานจริงในขั้นพัฒนาต้นแบบ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนลงรายละเอียดของโครงร่างที่มีการโยกจุดครกที่ชี้ให้เห็นถึงการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้

ขั้นปฏิบัติ (Act)

ในขั้นปฏิบัตินี้ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ พบว่า เมื่อเริ่มกิจกรรมผู้วิจัยนำภาพบริเวณเขตพื้นที่บริการทำความสะอาดให้นักเรียนดู พบว่า นักเรียนยังมีความสนใจในภาพสถานการณ์และสามารถโต้ตอบคำถามที่ครูผู้สอนถามได้ และในขั้นนิยามปัญหา พบว่านักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น และบันทึกเป้าหมายของการ

ออกแบบชิ้นงานได้อย่างครบถ้วน ทำให้ผู้วิจัยลดบทบาทในการช่วยเหลืออย่างมากส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถเข้าไปสอบถาม สัมภาษณ์พูดคุย เพื่อตรวจสอบความเข้าใจรวมถึงแนวคิดในการออกแบบ โครงร่างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ขั้นสังเกต (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและครูประจำการได้ทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้รวมถึงการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน โดยทำการบันทึกลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ภายหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวันเสร็จสิ้นลง

ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลถึงปัญหาและแนวทางการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนการสอนที่ใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานในวงจรปฏิบัติต่อไป โดยได้สะท้อนผลในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้และในภาพรวมจากเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1.2.1 ขั้นทำความเข้าใจ (Empathize) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำภาพเขตพื้นที่บริการทำความเข้าใจของโรงเรียนให้นักเรียนร่วมกันพิจารณา จากนั้นผู้วิจัยสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับประสบการณ์การทำความเข้าใจเขตพื้นที่บริการ ว่านักเรียนพบปัญหาในเรื่องใดบ้าง ซึ่งผู้วิจัยและนักเรียนพบปัญหาไปในทิศทางเดียวกัน คือ **เขตพื้นที่บริการมีขยะ และบางบริเวณมีขยะที่นักเรียนไม่สามารถเข้าไปเก็บได้ ขยะบางชิ้นมีขนาดเล็ก** ซึ่งนักเรียนให้ความสนใจและมีการโต้ตอบกับผู้วิจัยเป็นอย่างดี จากนั้นผู้วิจัยนำภาพอุปกรณ์เก็บขยะ (ที่คิ๊บขยะ) จากนั้นสอบถามประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์คิ๊บขยะ และความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายที่นำมาใช้ พบว่า นักเรียนสามารถระบุหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายที่นำมาใช้ในอุปกรณ์คิ๊บขยะได้ จากนั้นเมื่อผู้วิจัยระบุสถานการณ์ที่มีความต้องการให้ออกแบบอุปกรณ์เก็บขยะ ที่มีการประยุกต์หลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์เก็บขยะ โดยมีเงื่อนไขว่า อุปกรณ์นั้นจะต้องเก็บขยะได้อย่างน้อย 2 ประเภท และต้องเป็นอุปกรณ์เก็บขยะที่แปลกใหม่ สามารถนำมาใช้งานได้จริง อีกทั้งเลือกใช้วัสดุในการสร้างอุปกรณ์เก็บขยะที่ปลอดภัย ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมถึงนำวัฒนธรรมท้องถิ่นของตนมาผสมผสานในการสร้างอุปกรณ์เก็บขยะ พบว่า เมื่อนักเรียนได้ฟังสถานการณ์พร้อมกับเงื่อนไขในการออกแบบโมเดลชิ้นงาน **นักเรียนมีความเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น และมีความกระตือรือร้นที่จะออกแบบอุปกรณ์เก็บขยะให้ออกมาตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนด**

1.2.2 ขั้นนิยามปัญหา (Define) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพูดคุยกับสมาชิกภายในกลุ่มของตนเองเพื่อช่วยกันระบุและนิยามปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ จากวงจรปฏิบัติที่ 1 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา **ผู้วิจัยจึงปรับให้มีการแจกกระดาษ post-it ให้แก่นักเรียนแต่ละคนตามคำแนะนำของครูผู้ร่วมสังเกตการณ์** เพื่อให้นักเรียนเขียนถึงปัญหาและลักษณะของโมเดลชิ้นงาน จากนั้นนำเสนอความคิดเห็นของตนต่อเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจนมากขึ้นจากภาพสถานการณ์ที่ผู้วิจัยนำมาในขั้นทำความเข้าใจปัญหา และสามารถระบุลักษณะของชิ้นงานอุปกรณ์เก็บขยะที่ตรงกับเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนดได้

1.2.3 ขั้นสร้างแนวคิด (Ideate) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเห็นจากสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อสร้างแนวคิดในการออกแบบชิ้นงานโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับระยะเวลาในขั้นตอนการสร้างแนวคิดเป็น 40 นาที ซึ่งพบว่า **นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลาได้อย่างเหมาะสมในการระดมความคิดเห็นเพื่อสร้างแนวคิดที่มีความแตกต่างกัน 3 แนวคิด** จากปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติที่ 1 คือ นักเรียนใช้ระยะเวลานานในการสร้างแนวคิดจากการที่สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มไม่กล้าเสนอความคิดเห็นทำให้ผู้วิจัยต้องคอยเดินกระตุ้นเป็นกลุ่มและถามกระตุ้นทีละคนในกลุ่มนั้นทำให้ใช้ระยะเวลาดูแลค่อนข้างมาก อีกทั้งเมื่อนักเรียนแสดงความคิดเห็นมาแล้วนักเรียนไม่ค่อยมีความมั่นใจในแนวคิดของตนเอง ในวงจรปฏิบัตินี้ผู้วิจัยพบว่า **นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มมีความกล้าที่จะเสนอความคิดเห็นของตนเองมากขึ้น** สังเกตได้จากเสียงที่ค่อนข้างดัง และระยะเวลาในการที่แต่ละกลุ่มได้มาซึ่งแนวคิดที่มีความแตกต่างกัน 3 แนวคิดนั้นนักเรียนใช้ระยะเวลาไม่นาน ประกอบกับนักเรียนบางส่วนที่ไม่ค่อยได้แสดงความคิดเห็นของตนเองมากนักในวงจรปฏิบัติที่ 1 ก็มีการเสนอความคิดเห็นของตนเองมากขึ้น **นักเรียนมีการนำวัฒนธรรมท้องถิ่นของจังหวัดมาผสมผสานในการสร้างแนวคิด และสามารถเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย รวมถึงประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานได้จากแหล่งข้อมูล** ที่ผู้วิจัยได้เตรียมไว้ให้กับนักเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เดินตรวจแบบร่างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะเลือก 1 แบบร่างก่อนนำไปสร้างเป็นโมเดลจำลองในขั้นพัฒนาต้นแบบ

1.2.4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกแนวคิด 1 แนวคิดจาก 3 แนวคิดเพื่อนำมาสร้างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ โดยการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจัดให้นักเรียนได้สร้างต้นแบบของชิ้นงานออกมาในลักษณะของโมเดลจำลอง โดยใช้ระยะเวลาในการสร้างโมเดลจำลอง 120 นาที ซึ่งใช้พื้นที่บริเวณโรงฝึกงานของโรงเรียนเพื่อให้นักเรียน

สร้างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะได้สะดวกยิ่งขึ้น ผู้วิจัยต้องคอยกำชับเวลาให้กับนักเรียนอยู่เสมอเพื่อให้ นักเรียนสร้างโมเดลจำลองให้ทัน ทั้งนี้สิ่งที่ผู้วิจัยสังเกตได้ระหว่างขั้นตอนการสร้างต้นแบบ คือ **นักเรียนร่วมมือกันสร้างโมเดลชิ้นงานอย่างตั้งใจ** โดยแต่ละคนภายในกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่กันอย่าง ชัดเจนนอกจากนี้ผู้วิจัยได้เดินไปพูดคุยกับนักเรียนที่ละกลุ่ม พบว่า **นักเรียนรู้สึกทำท่ายและ สนุกสนานกับการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้** เพราะนักเรียนได้คิด ออกแบบ วางแผน และลงมือ สร้างโมเดลชิ้นงาน ดังคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“หนูชอบเรียนแบบนี้ค่ะครู มันได้ทำกิจกรรมกับเพื่อน แล้วก็ได้สร้างชิ้นงานขึ้นมาจริงๆค่ะ”

(คำพูดของนักเรียน S09 ระหว่างดำเนินกิจกรรมในขั้นสร้างต้นแบบ, 14 กุมภาพันธ์ 2567)



ภาพ 8 นักเรียนกลุ่ม 2 ขณะสร้างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ

1.2.5 ขั้นทดสอบ (Test) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและ ทดสอบโมเดลชิ้นงานของกลุ่มตนเอง ว่าโมเดลชิ้นงานที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกแบบและสร้างนั้น สามารถใช้งานและตรงตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนดหรือไม่ โดยในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยแบ่งเวลาไว้ 1 ชั่วโมง โดยให้ 1 กลุ่มนำเสนอพร้อมทดสอบโมเดลชิ้นงานของกลุ่มตนเองได้เป็นเวลาไม่เกิน 5 นาทีและผู้วิจัย จะให้ 2 กลุ่มเป็นตัวแทนในการประเมินโมเดลชิ้นงานของเพื่อนโดยการบอกข้อดี ข้อจำกัด รวมถึง ข้อเสนอแนะ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้นักเรียนรับรู้ถึงประเด็นในการให้ข้อคิดเห็นกับโมเดลชิ้นงาน

ของเพื่อน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความกล้าที่จะนำเสนอโมเดลชิ้นงานของตนเองมากขึ้น สังเกตได้จากการพูดนำเสนอโมเดลชิ้นงานที่มีความฉะฉาน การสบตาเพื่อนๆและผู้วิจัย และในบทบาทของนักเรียนที่ต้องเป็นฝ่ายให้ข้อคิดเห็นในประเด็นข้อดี ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะของชิ้นงาน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถบอกข้อดี ข้อจำกัด และให้คำแนะนำค่อนข้างชัดเจนในการปรับปรุงโมเดลชิ้นงาน



ภาพ 9 ตัวแทนนักเรียนกลุ่ม 2 ขณะนำเสนอและทดสอบโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ

จากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 Trash pickup สามารถสรุปประเด็นที่เกิดขึ้นได้ ดังนี้

ข้อดีในการจัดการเรียนรู้

1. สถานการณ์ที่นำมาให้นักเรียนศึกษานั้นเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง (สถานการณ์ขยะในเขตพื้นที่บริการทำความสะอาดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมีผลกระทบโดยตรงต่อนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกกระตือรือร้นและรู้สึกท้าทายต่อการสร้างแนวคิดเพื่อนำมาสร้างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ

2. นักเรียนแต่ละคนสามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นปัญหา และลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการออกแบบได้มากขึ้น ส่งผลให้การระบุประเด็นปัญหาและลักษณะโมเดลชิ้นงานของกลุ่มมีความชัดเจน และสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน

ข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้

1. สถานการณ์ที่นำมาให้นักเรียนศึกษาถึงแม้จะเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นใกล้ตัวนักเรียน และมีผลกระทบต่อนักเรียนโดยตรง หากแต่นักเรียนบางส่วนไม่สามารถนำวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างแนวคิดได้ ซึ่งจากการสอบถามนักเรียน พบว่า การสร้างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะที่ต้องนำวัฒนธรรมท้องถิ่นมาผสมผสานนั้น นักเรียนมีความกังวลต่อเงื่อนไขในการสร้างที่ต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีความแปลกใหม่ และต้องนำวัฒนธรรมท้องถิ่นมาผสมผสานจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถนำวัฒนธรรมท้องถิ่นมาผสมผสานได้ แต่เลือกที่จะสร้างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะให้มีความแปลกใหม่แทน (ข้อมูลจากนักเรียน S23, กลุ่มที่ 4)

2. การสะท้อนความคิดเห็นต่อโมเดลชิ้นงานในด้านข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะการปรับปรุงโมเดล พบว่า นักเรียนยังสะท้อนได้ไม่ครอบคลุมด้านวัฒนธรรม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยจะต้องทำหน้าที่กระตุ้นนักเรียนต่อไป

3. ผู้วิจัยพบว่านักเรียนยังนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้ไม่ครบ จากการสังเกตแบบบันทึกกิจกรรมของนักเรียน พบว่า ในวงจรปฏิบัติที่ 1 และ 2 นักเรียนมีการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่าย เช่น คาน ลิ่ม สกรู พื้นเอียง ล้อและเพลา มาใช้ในการสร้างโมเดลชิ้นงานแต่ยังขาดหลักการเรื่อง รอก ทำให้ผู้วิจัยต้องเน้นย้ำกับนักเรียนเพื่อให้เกิดความหลากหลายของการนำหลักการเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้ ทำให้ผู้วิจัยต้องเน้นย้ำกับนักเรียนในวงจรปฏิบัติถัดไป

สรุปการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนให้ความสนใจกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยหยิบยกขึ้นมา เนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวันภายในโรงเรียน นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง และสามารถบอกลักษณะของโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะที่มีความต้องการตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนดได้ อีกทั้งสมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มช่วยกันเสนอความคิดเห็นของตนเองอย่างกระตือรือร้น เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะที่มีความแตกต่างกัน 3 แนวคิด ทั้งนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะได้มีความมั่นใจ มีการนำเสนอข้อมูลได้ครบตามแต่ละประเด็นที่ผู้วิจัยกำหนด และกลุ่มของนักเรียนที่เป็นฝ่ายให้ข้อคิดเห็นในประเด็นข้อดี ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ มีความกล้าที่จะให้ข้อเสนอแนะกับกลุ่มเพื่อนมากขึ้น ส่วนระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้สำหรับชั้นทดสอบมีความเหมาะสมและเพียงพอในการจัดกิจกรรม

1.3 ผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง Zero Heroes ลดขยะ)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2567 เวลา 10.30 – 11.30 น. วันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2567 เวลา 12.30 – 14.30 น. และ วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2567 เวลา 13.30 - 14.30 น. ผลการปฏิบัติในแต่ละชั้นของวงจรเป็นดังนี้

ขั้นวางแผน (Plan)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง Zero Heroes ลดขยะ ตามสิ่งที่ได้จากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นั่นคือ การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้เพียงพอต่อการใช้งานของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ใช้อุปกรณ์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้อย่างเต็มที่และเหมาะสมกับระยะเวลาที่ผู้วิจัยได้กำหนด

ขั้นปฏิบัติ (Act)

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางแผนไว้ โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนยังให้ความสนใจกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น เนื่องจากนักเรียนเข้าใจขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากวงจรปฏิบัติที่ 1 และ 2 จึงทำให้การจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ดำเนินไปอย่างราบรื่น ผู้วิจัยสามารถลดบทบาทการช่วยเหลือนักเรียนลงได้อย่างมาก และมีเวลาเข้าไปสัมภาษณ์และตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนมากขึ้น

ขั้นสังเกต (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและครูประจำการได้ทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้รวมถึงการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน โดยทำการบันทึกลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ภายหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวันเสร็จสิ้นลง

ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลถึงปัญหาและสรุปแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน โดยการสะท้อนผลนั้นจะทำการสะท้อนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมจากเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.3.1 ขั้นทำความเข้าใจ (Empathize) ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนำสถานการณ์การขอความร่วมมือให้โรงเรียนในสังกัดของจังหวัดสิงห์บุรีได้สร้างของเล่นหรือ

ของที่ระลึกเนื่องในงานเทศกาลกินปลาประจำปี 2567 ซึ่งผู้วิจัยได้สังเกตนักเรียน พบว่า นักเรียนให้ความสนใจกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนด

1.3.2 ขั้นตอนนิยามปัญหา (Define) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระบุปัญหาและลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการออกแบบ ซึ่งผู้วิจัยพบว่า **นักเรียนระบุปัญหาได้ถูกต้อง ตรงประเด็น ประกอบกับนักเรียนสามารถระบุลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการออกแบบได้ค่อนข้างครบถ้วนตาม**ที่ผู้วิจัยกำหนด

1.3.3 ขั้นตอนสร้างแนวคิด (Ideate) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบแนวคิดที่มีความแตกต่างกัน 3 แนวคิด ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสร้างแนวคิดที่มีความแตกต่างกันได้ 3 แนวคิด **นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอความคิดเห็นของตนเองอย่างกระตือรือร้น ทำให้ในวงจรปฏิบัติที่ 3 ระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมตามที่ผู้วิจัยได้วางแผนไว้ และจากวงจรปฏิบัติที่ 2 ผู้วิจัยได้สะท้อนว่าในขั้นสร้างแนวคิด พบว่า นักเรียนขาดการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายในเรื่องของรอกมาใช้ ซึ่งในวงจรปฏิบัติที่ 3 ผู้วิจัยจึงกระตุ้นให้นักเรียนนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายเรื่อง รอก มาใช้ จากการสังเกตการณ์ทำกิจกรรมของนักเรียนในขั้นตอนนี้ พบว่า **นักเรียนจำนวน 3 กลุ่มมีการนำหลักการเรื่องรอกมาใช้ในการออกแบบแนวคิดสำหรับสร้างโมเดลชิ้นงานของเล่นหรือของที่ระลึก****

1.3.4 ขั้นตอนสร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือก 1 แนวคิดจาก 3 แนวคิดที่มีความแตกต่างกันเพื่อนำมาสร้างโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึก จากวงจรปฏิบัติที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีไม่เพียงพอ ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องวนกันใช้ ดังนั้นในวงจรปฏิบัติที่ 3 ผู้วิจัยจึงเตรียมอุปกรณ์มาเพิ่มเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งานและและนักเรียนสามารถสร้างโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกได้อย่างสวยงามตรงตามโครงร่างที่นักเรียนได้ออกแบบ และสื่อถึงวัฒนธรรมของจังหวัดสิงห์บุรีได้ค่อนข้างเด่นชัด



ภาพ 10 นักเรียนกลุ่ม 3 ขณะสร้างโมเดลของที่ระลึก

1.3.5 ขั้นตอนทดสอบ (Test) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึก โดยกำหนดเวลาในการนำเสนอกลุ่มละไม่เกิน 5 นาที ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความกล้า และภูมิใจที่จะนำเสนอโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึก ประกอบกับนักเรียนสามารถให้ข้อคิดเห็น ข้อดี ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะในประเด็นที่สอดคล้องกับด้านวัฒนธรรม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมได้ครอบคลุมมากขึ้น

จากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 Zero Heroes ลดขยะ สามารถสรุปประเด็นที่เกิดขึ้นได้ ดังนี้

ข้อดีในการจัดการเรียนรู้

1. สถานการณ์ที่ผู้วิจัยนำมาให้นักเรียนเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในจังหวัดสิงห์บุรีเป็นประจำทุกปี และนักเรียนได้มีโอกาสไปสัมผัสกับบรรยากาศของงานเทศกาลกินปลาประจำปี ทำให้นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดที่มีความหลากหลายเพื่อนำไปสร้างโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกได้จากการใช้ประสบการณ์ของตนเองมาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนภายในกลุ่ม

ข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนบางกลุ่มยังให้ข้อคิดเห็นในประเด็น ข้อดี ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะไม่ครอบคลุมกับด้านวัฒนธรรม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยต้องคอยกระตุ้นถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมา

สรุปการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนยังให้ความสนใจกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดและมีการโต้ตอบคำถามระหว่างทำกิจกรรม สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ตรงประเด็น ประกอบกับมีความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นเพื่อ

นำมาสร้างแนวคิดในการออกแบบโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกที่มีแนวคิดแตกต่างกัน 3 แนวคิด อีกทั้งยังสามารถสร้างโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกจากแนวคิดที่นักเรียนได้เลือกออกมาอย่างดี เมื่อนักเรียนสร้างโมเดลชิ้นงานเรียบร้อย นักเรียนสามารถนำเสนอและทดสอบโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกได้อย่างมีความมั่นใจมากขึ้น อีกทั้งนักเรียนมีความกล้าแสดงออกในการรับบทบาทเป็นผู้ให้ข้อดีข้อจำกัดและข้อเสนอแนะกับกลุ่มเพื่อนที่นำเสนอแล้ว

ผลการวิจัยในแต่ละวงจรปฏิบัติการที่ผู้วิจัยนำเสนอในส่วนของรายละเอียดในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ และได้สะท้อนในส่วนของข้อดี และข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้ของแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยพบว่า **แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน ที่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน** ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจ (Empathize)

แนวทางที่ 1 ควรเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์ที่นักเรียนได้รับผลกระทบโดยตรง สำหรับสถานการณ์ปัญหานำมาให้นักเรียนนั้นควรเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนได้รับผลกระทบโดยตรง จะทำให้นักเรียนจะเกิดความรู้สึกที่เข้าใจกับปัญหาหรือสถานการณ์นั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี ประกอบกับนักเรียนสามารถนำประสบการณ์ที่เคยพบเจอมาใช้เป็นข้อมูลในการหาแนวทางสำหรับการแก้ปัญหา นอกจากนี้สถานการณ์ที่นำมาควรเป็น**สถานการณ์ที่มีความซับซ้อน**เพื่อให้บทเรียนมีความน่าสนใจและนักเรียนเกิดความท้าทายในการสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหา นั้น ดังข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูประจำการ

แนวทางที่ 2 สถานการณ์ปัญหาที่นำมาควรนำแนวคิดด้านสังคม วัฒนธรรม, ด้านเศรษฐกิจ และด้านสิ่งแวดล้อมไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาได้ สถานการณ์ที่ครูผู้สอนนำมาให้นักเรียนศึกษานั้น ตัวของนักเรียนจะต้องสามารถเชื่อมโยงแนวคิดด้านสังคม กล่าวคือ สถานการณ์นั้นจะต้องนำวัฒนธรรมที่มีอยู่ในท้องถิ่นไปผสมผสานในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานได้ ใน**ด้านเศรษฐกิจ** คือ นักเรียนจะต้องสามารถระบุราคาหรือประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานในแต่ละแบบร่างได้ และใน**ด้านสิ่งแวดล้อม** กล่าวคือ นักเรียนจะต้องเลือกใช้วัสดุในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม หรือเลือกใช้วัสดุที่ลดการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติ ลดการเกิดของเสีย หรือเลือกใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียนมาใช้ในการสร้างชิ้นงาน

มาประยุกต์เข้าไปในสถานการณ์นั้นได้ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดที่ตอบสนองต่อความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน 6 องค์ประกอบ เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 Zero Heroes ลดขยะ ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนจะต้องออกแบบและสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานของเล่นหรือของที่ระลึก เนื่องในงานเทศกาลกินปลาประจำปีของจังหวัด ซึ่งเป็นงานเทศกาลที่จัดขึ้นในทุก ๆ ปี และเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนเคยได้เผชิญด้วยตนเอง ประกอบกับบริบทของสถานการณ์ค่อนข้างเอื้อต่อการเชื่อมโยงแนวคิดด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม โดยเงื่อนไขของโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกที่ครูกำหนดให้นักเรียนค่อนข้างมีความชัดเจน ทำให้นักเรียนสามารถออกแบบแนวคิดที่มีความหลากหลายได้ 3 แนวคิด ประกอบกับนักเรียนสามารถนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์โมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกได้ เช่น การนำหลักการของ คาน และ รอกเดี่ยว มาใช้ในการสร้างสรรค์โมเดลของที่ระลึกเรือประมง ดังภาพ



ภาพ 11 ตัวอย่างโมเดลชิ้นงานของที่ระลึกจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 Zero Heroes ลดขยะ

ในมุมมองของผู้วิจัย พบว่า เมื่อนักเรียนได้ศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนได้พบเจอจริงในชีวิตประจำวัน หรือเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เคยมีประสบการณ์มาก่อน หรือสถานการณ์นั้นส่งผลกระทบต่อนักเรียน นักเรียนจะเกิดความกระตือรือร้นและรู้สึกท้าทายต่อเงื่อนไขที่ได้รับในสถานการณ์นั้น ๆ ทำให้มีการโต้ตอบกับครูผู้สอน และเพื่อนภายในกลุ่ม ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจต่อสถานการณ์ปัญหา และส่งผลต่อความเข้าใจถึงลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่ต้องการเพื่อตอบสนองต่อสถานการณ์นั้น ๆ อีกด้วย


ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา (Define)

แนวทางที่ 1 นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มจะต้องได้รับกระดาษ post-it เพื่อระบุปัญหา และลักษณะของโมเดลชิ้นงานจากสถานการณ์ที่กำหนด สำหรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องช่วยกันระบุปัญหาและลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการออกแบบจากสถานการณ์ที่กำหนด แต่จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ Water delivery พบว่า มีเพียงนักเรียนบางส่วนภายในกลุ่มเท่านั้นที่แสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา และมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่กล้าออกความคิดเห็นของตน จึงทำให้บางกลุ่มระบุลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่ต้องการออกแบบได้ไม่ครบถ้วน ซึ่งจากข้อเสนอแนะของครูผู้ร่วมสังเกตการณ์ ผู้วิจัยจึงปรับให้จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับกระดาษ post - it และให้ช่วยกันระดมความคิดเห็นของตนเอง เป็นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยได้แจกกระดาษ post - it ให้กับนักเรียนทุกคนในแต่ละกลุ่ม ซึ่งพบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี มีการพูดคุยโต้ตอบกันมากขึ้นภายในกลุ่ม และยังสามารถระบุปัญหา รวมถึงลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่ต้องการออกแบบได้ตามความต้องการของกลุ่มตนเองและตรงกับเงื่อนไขที่ครูผู้สอนกำหนด

1. จากสถานการณ์ข้างต้น กลุ่มของนักเรียนคิดว่า **ปัญหา** คืออะไร และ **ต้องการ** ออกแบบอุปกรณ์เก็บขยะให้มีลักษณะอย่างไร

ปัญหา - คนที่ทิ้งขยะไม่ถูกที่ ขยะเยอะเกินไป

ลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการออกแบบ - ออกแบบให้คนทิ้งขยะได้สะดวก
- ใช้วัสดุที่ทนทาน
- ปลอดภัยและไม่ให้คนอื่นสัมผัส
- และเก็บขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนำขยะไปกำจัดอย่างถูกวิธี



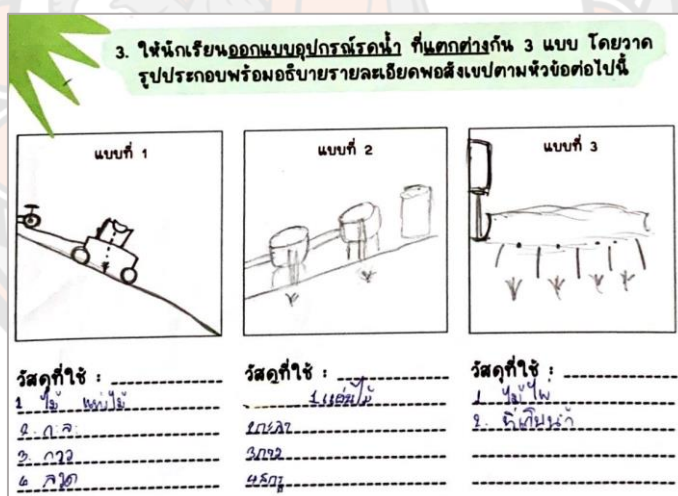
ภาพ 12 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 6 จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 Trash pickup

ในมุมมองของผู้วิจัย พบว่า เมื่อนักเรียนแต่ละคนได้รับกระดาษ post - it ที่ต้องระบุปัญหา และลักษณะของชิ้นงานแล้วนั้นทำให้การนิยามปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่มมีความชัดเจน นักเรียน

แต่ละคนเข้าใจปัญหาและลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่ต้องการออกแบบไปในทิศทางเดียวกัน และครอบคลุมเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนดมากขึ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิด (Ideate)

แนวทางที่ 1 ควรให้ระยะเวลาแก่นักเรียนในขั้นสร้างแนวคิดอย่างเพียงพอ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องใช้ระยะเวลาในการสร้างแนวคิดที่แตกต่างกัน 3 แนวคิด และไม่ใช่แนวคิดที่เปลี่ยนรายละเอียดเพียงเล็กน้อย ประกอบกับแนวคิดนั้นจะต้องมีความแปลกใหม่ อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จึงทำให้นักเรียนใช้ระยะเวลาระดมความคิดเห็น พูดคุยโต้ตอบกันภายในกลุ่มค่อนข้างนาน เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดที่สามารถนำไปสร้างโมเดลชิ้นงานจริงและตอบรับกับสถานการณ์ปัญหา จากข้อมูลแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของผู้วิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดที่สามารถนำไปสร้างโมเดลชิ้นงานจริงและตอบรับกับสถานการณ์ปัญหา



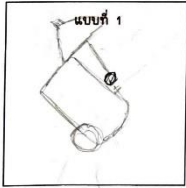
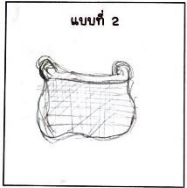
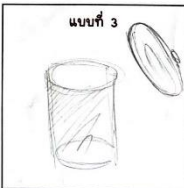
ภาพ 13 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 2 จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 Water delivery

แนวทางที่ 2 ควรมีแหล่งข้อมูลด้านวัฒนธรรมท้องถิ่น, วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย และข้อมูลต้นทุนของวัสดุในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงาน เนื่องจากขั้นสร้างแนวคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องนำองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมหรือสถานการณ์ท้องถิ่นของตนเองมาผสมผสานในการสร้างแนวคิดเพื่อนำไปสร้างโมเดลชิ้นงานต่อไป จึงมีความจำเป็นที่นักเรียนจะต้องมีองค์ความรู้ในเรื่อง

วัฒนธรรมหรือสถานการณ์ท้องถิ่น นอกจากนี้นักเรียนยังต้องรู้จักวัสดุที่ลดการเกิดของเสีย วัสดุรีไซเคิล หรือวัสดุจากธรรมชาติ เพื่อที่จะเลือกใช้วัสดุให้มีความเหมาะสมกับโมเดลชิ้นงานและตรงตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนด นอกจากนี้ข้อมูลราคาของวัสดุที่จำเป็นต้องใช้หรือเป็นวัสดุที่ต้องเลือกซื้อ เป็นอีกหนึ่งข้อมูลที่มีความสำคัญเนื่องจากนักเรียนจะต้องนำมาใช้คำนวณหาต้นทุนในการสร้างโมเดลชิ้นงานในแต่ละแบบร่าง

แนวทางที่ 3 ควรเน้นย้ำการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่าย 6 ประเภท (คาน พื่นเอียง ล้อและเพลา ลิ่ม สกรูและรอก) มาใช้ในการสร้างแนวคิดและโมเดลชิ้นงาน จากการสังเกตแบบบันทึกกิจกรรมของนักเรียน พบว่า ในวงจรปฏิบัติที่ 1 และ 2 นักเรียนมีการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่าย เช่น คาน ลิ่ม ล้อและเพลา พื่นเอียง และสกรู มาใช้ในการสร้างโมเดลชิ้นงาน แต่ยังขาดหลักการเรื่อง รอก ทำให้ผู้วิจัยต้องเน้นย้ำกับนักเรียนเพื่อให้เกิดความหลากหลายของการนำหลักการเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้

3. ให้นักเรียนออกแบบอุปกรณ์เก็บขยะ ที่แตกต่างกัน 3 แบบ โดยวาดรูปประกอบพร้อมอธิบายรายละเอียดพอสังเขปตามหัวข้อต่อไปนี้

| แบบที่ 1 | แบบที่ 2 | แบบที่ 3 |
|---|---|--|
|  |  |  |
| วัสดุที่ใช้ : ไม้ 1 คู่, 2 ขด, 3 ขด, 4 ขด, 5 ขด, 6 ขด, 7 ขด, 8 ขด, 9 ขด, 10 ขด | วัสดุที่ใช้ : ไม้ 1 คู่, 2 ขด, 3 ขด, 4 ขด, 5 ขด, 6 ขด, 7 ขด, 8 ขด, 9 ขด, 10 ขด | วัสดุที่ใช้ : ไม้ 1 คู่, 2 ขด, 3 ขด, 4 ขด, 5 ขด, 6 ขด, 7 ขด, 8 ขด, 9 ขด, 10 ขด |
| ลวดลายสี | | |

ภาพ 14 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 4 จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 Trash pickup



ภาพ 15 ตัวอย่างโมเดลของเล่นของกลุ่มที่ 4 จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 Zero Heroes ลด
ขยะ

แนวทางที่ 4 ควรตรวจสอบแนวคิดที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้เลือก 1 แนวคิดก่อนนำไปสร้างโมเดลชิ้นงานจริง ขั้นสร้างแนวคิด เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องช่วยกัน ระดมความคิดเห็นจากสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อสร้างแนวคิด 3 แนวคิด โดยจะต้องนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายจากทั้ง 6 ประเภท โดยที่นักเรียนเลือกหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายให้เหมาะสมกับลักษณะของแนวคิดแต่ละชนิด รวมถึงเงื่อนไขสถานการณ์ที่ครูกำหนด ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ ครูผู้สอนควรเข้าไปพูดคุยเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนต่อการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน พื่นเอียง ลิ่ม ล้อและเพลา สกรู และรอก มาประยุกต์ใช้ในการสร้างแนวคิด โดยคำถามที่ใช้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เช่น “นักเรียนเลือกหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายชนิดใดมาใช้ในการสร้างโมเดลชิ้นงาน และเครื่องกลอย่างง่ายนั้นมีการทำงานอย่างไร” หลังจากที่นักเรียนออกแบบแนวคิด 3 แนวคิดแล้วนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องพูดคุยกันเพื่อเลือก 1 แนวคิดสำหรับสร้างโมเดลชิ้นงานจริง ซึ่งครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดที่กลุ่มของตนเองได้เลือก พร้อมสอบถามถึงสาเหตุในการเลือกแนวคิดนั้น

4. ออกแบบโครงสร้างของเล่นหรือของที่ระลึกในห้องเรียนเทศกาลกินปลาประจำปี ก่อนนำไปสร้างโมเดล (ให้นักเรียนโยกตุกรที่ใช้เห็นถึงการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้ประกอบ)

โครงสร้างที่ 1

รายการวัสดุอุปกรณ์ที่นักเรียนเลือกใช้พร้อมส่วนประกอบในการเลือก

| รายการวัสดุอุปกรณ์ | เหตุผลที่เลือกใช้ |
|--------------------|----------------------------|
| ไม้ไผ่ | แข็งแรงจากตามไม้มีรังไข่ |
| เชือก | สามารถขยับหรือขยักขยัดได้ |
| ด้ายเชือก | ทำสีทอวางมุมด้านข้างใช้ได้ |

ภาพ 16 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 4 จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 Trash pickup

4. ออกแบบโครงสร้างอุปกรณ์เก็บขยะ ก่อนนำไปสร้างโมเดล (ให้นักเรียนโยกตุกรที่ใช้เห็นถึงการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้ประกอบ)

โครงสร้างที่ 1

รายการวัสดุอุปกรณ์ที่นักเรียนเลือกใช้พร้อมส่วนประกอบในการเลือก

| รายการวัสดุอุปกรณ์ | เหตุผลที่เลือกใช้ |
|--------------------|-----------------------------------|
| ลวดเหล็กเส้น | เหมาะสำหรับเสียบตุกรโยก |
| ตุกรโยก | สามารถทำที่จับตุกรโยกอย่างง่ายได้ |
| ด้ายเชือก | ทำสีทอวางมุมด้านข้างใช้ได้ |
| ไม้ไผ่ | แข็งแรงจากตามไม้มีรังไข่ |
| เชือก | สามารถขยับหรือขยักขยัดได้ |

ภาพ 17 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 4 จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 Zero Heroes

ลดขยะ

ในมุมมองของผู้วิจัย พบว่า เมื่อนักเรียนมีระยะเวลาในการสร้างแนวคิด 3 แนวคิดอย่างเพียงพอ นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดที่มีความแตกต่างกันได้ โดยไม่ใช่แค่การปรับรายละเอียดในบางจุด แต่เป็นแนวคิดที่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถนำวัฒนธรรมท้องถิ่น เช่น การทำอาชีพประมงโดยการใช้อุ้งสำหรับตกปลา บริเวณแม่น้ำเจ้าพระยามาปรับเป็นโมเดลของที่ระลึกเนื่องในงานเทศกาลกินปลาประจำปี อีกทั้งยังเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติ เช่น ไม้ไผ่ และไม้กระถินที่มีอยู่ตามท้องถิ่นมาใช้และคำนวณต้นทุนวัสดุบางชนิดที่จำเป็นต้องหาซื้อได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype)

แนวทางที่ 1 การจัดการเรียนรู้ในขั้นสร้างต้นแบบควรเลือกใช้สถานที่ที่เอื้อต่อการลงมือสร้างและทดสอบโมเดลชิ้นงาน ขั้นสร้างต้นแบบเป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเลือก 1 แนวคิดจาก 3 แนวคิดที่มีความแตกต่างกันเพื่อนำมาสร้างโมเดลชิ้นงานให้ออกมาในลักษณะของโมเดลจำลอง ซึ่งนักเรียนจะต้องเลือกใช้วัสดุตามที่ระบุไว้ในใบกิจกรรม ทั้งนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ของแผนการจัดการเรียนรู้ Water delivery ผู้วิจัยวางแผนไว้ให้นักเรียนใช้ห้องทดลองวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะการจัดโต๊ะเรียนแบบกลุ่ม และมีอ่างล้างมือสำหรับอำนวยความสะดวกในการทดสอบโมเดลชิ้นงาน แต่เมื่อนักเรียนลงมือปฏิบัติจริง พบว่า สถานที่ไม่สะดวกต่อการเตรียมวัสดุบางประเภท เช่น การเลื่อยไม้ การเจาะสกรูบนชิ้นงาน ทำให้ผู้วิจัยต้องเปลี่ยนสถานที่จากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นโรงฝึกงานอาชีพของโรงเรียน ซึ่งพบว่า นักเรียนสามารถดำเนินการสร้างโมเดลชิ้นงานและทดสอบชิ้นงาน ประกอบกับครูผู้สอนสามารถเข้าไปสังเกตและสอบถามนักเรียนได้สะดวกยิ่งขึ้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

แนวทางที่ 2 การให้อิสระแก่นักเรียนในการเลือกใช้วัสดุสำหรับสร้างโมเดลชิ้นงาน ในการสร้างโมเดลชิ้นงานในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ครูผู้สอนจะให้อิสระแก่นักเรียนในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างโมเดลชิ้นงาน เพื่อให้โมเดลชิ้นงานออกมาตรงตามความต้องการของนักเรียนมากที่สุด

ในมุมมองของผู้วิจัย พบว่า เมื่อนักเรียนมีพื้นที่ในการสร้างโมเดลชิ้นงานในแต่ละวงจรปฏิบัติการเพิ่มขึ้น นักเรียนมีอิสระในการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม มีการบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบภายใต้การดูแลด้านความปลอดภัยของครูผู้สอน นักเรียนสามารถสร้างโมเดลชิ้นงานได้ตรงตามแบบ

โครงการที่นักเรียนได้เลือกไว้ในขั้นตอนสร้างแนวคิด และนักเรียนมีความภูมิใจที่โมเดลชิ้นงานออกมาตามที่วางแผนไว้

ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ (Test)

แนวทางที่ 1 ควรแจ้งเกณฑ์ในการประเมินหรือการให้ข้อเสนอแนะในประเด็นต่าง ๆ กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบและประเมินชิ้นงาน เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างโมเดลชิ้นงานตามแต่ละสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดเสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะต้องนำโมเดลชิ้นงานมาทดสอบและนำเสนอต่อหน้าเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ และครูผู้สอนเพื่อให้เพื่อนที่เป็นตัวแทนของกลุ่มที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้ 2 กลุ่มได้ให้ข้อคิดเห็นในประเด็น ข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงาน ซึ่งในขั้นตอนนี้ตัวแทนของกลุ่มเพื่อนที่ต้องให้ข้อคิดเห็นจะต้องให้ข้อคิดเห็นที่นำหลักประเด็นทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เพื่อให้การเสนอความคิดเห็นของนักเรียนในประเด็นต่าง ๆ มีความชัดเจนและครอบคลุมในทุกด้าน ครูผู้สอน **ควรแจ้งเกณฑ์ในการประเมินหรือการให้ข้อเสนอแนะกับเพื่อนให้นักเรียนได้รับทราบ และให้เวลานักเรียนได้ระดมความคิดเห็นภายในกลุ่ม** จากนั้นจึงเสนอความคิดเห็นในประเด็นต่าง ๆ ออกมา เช่น ในขั้นตอนที่ 5 การทดสอบและประเมินผล ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ตัวแทนนักเรียนกลุ่ม 2 ได้ให้ข้อคิดเห็นในประเด็นต่าง ๆ ต่อโมเดลชิ้นงานของเพื่อนกลุ่ม 3 ในใบกิจกรรมของนักเรียน ดังนี้ “ข้อดีของโมเดลชิ้นงานนี้ คือ ตั้งโชว์ได้ ใช้วัสดุจากธรรมชาติ นำอาชีพท้องถิ่นมาปรับใช้ในผลงาน สามารถทำได้เองโดยใช้วัสดุที่ราคาไม่แพง ข้อจำกัด คือ กลไกไม่ค่อยแข็งแรง ข้อเสนอแนะ คือ ปรับคานกับรอกให้แข็งแรง อาจใช้สกรูยึดติดกับหุ่น และแกะสลักหุ่นให้สวยงาม”

ในมุมมองของผู้วิจัย พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับทราบหัวข้อในการให้ข้อคิดเห็นในด้านข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขโมเดลชิ้นงาน และนักเรียนมีระยะเวลาในการระดมความคิดเห็น แลกเปลี่ยนข้อมูลกันภายในกลุ่มของตนเอง ทำให้นักเรียนสามารถสะท้อนข้อคิดเห็นของตนเองได้อย่างครอบคลุมตามประเด็นที่ครูผู้สอนกำหนด

จากข้อค้นพบแนวทางในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครรมีแนวทาง ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจ (Empathize) ควรเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เกิดขึ้นในท้องถิ่นของนักเรียน หรือสถานการณ์ที่นักเรียนได้รับผลกระทบโดยตรง และมีความซับซ้อน จะทำให้นักเรียนจะเกิดความรู้สึกเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์นั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี ประกอบกับนักเรียนสามารถนำประสบการณ์ที่เคยพบมาใช้เป็นข้อมูลในการหาแนวทางสำหรับการแก้ปัญหา และสถานการณ์ปัญหาที่นำมาควรนำแนวคิดด้านสังคม วัฒนธรรม, ด้านเศรษฐกิจ และด้านสิ่งแวดล้อมไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาได้ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ตอบสนองต่อองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน 6 องค์ประกอบ

2. ขั้นนิยามปัญหา (Define) เป็นขั้นตอนการระบุปัญหาและลักษณะของโมเดลชิ้นงานแต่ละกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มควรได้รับกระดาษ post-it เพื่อระบุปัญหาและลักษณะของโมเดลชิ้นงานจากสถานการณ์ที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีมุมมองต่อสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างกัน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนแต่ละคนจะต้องแสดงความคิดเห็นของตนเองที่มีต่อสถานการณ์ปัญหานั้นออกมา จากนั้นมาพูดคุย แลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่มเพื่อสรุปประเด็นปัญหา และลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่กลุ่มของตนเองต้องการ

3. ขั้นสร้างแนวคิด (Ideate) เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนสร้างแนวคิดเพื่อนำแนวคิดนั้นไปสร้างเป็นโมเดลชิ้นงานในขั้นต่อไป ผู้สอนจึงควรให้ระยะเวลาในการสร้างแนวคิดของนักเรียนอย่างเพียงพอ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องสร้างแนวคิดที่แตกต่างกัน 3 แนวคิด มีความแปลกใหม่ และไม่ใช้แนวคิดที่เปลี่ยนรายละเอียดเพียงเล็กน้อย เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดที่สามารถนำไปสร้างโมเดลชิ้นงานจริงและตอบรับกับสถานการณ์ปัญหา ประกอบกับควรมีแหล่งข้อมูลด้านวัฒนธรรมท้องถิ่น, วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย และข้อมูลต้นทุนของวัสดุในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงาน จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดที่นำองค์ความรู้ข้างต้นมาปรับใช้ได้อย่างเต็มที่ และแนวคิดที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจะสามารถแก้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ ทั้งนี้ควรกระตุ้นให้นักเรียนนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่าย 6 ประเภท (คาน พื่นเอียง ล้อและเพลา ลิ่ม สกรูและรอก) มาใช้ในการสร้างแนวคิดและโมเดลชิ้นงาน ซึ่งนักเรียนจะต้องเลือกใช้หลักการของเครื่องกลอย่างง่ายให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา รวมถึงโครงร่างโมเดลชิ้นงานที่กลุ่มของตนเองต้องการ ออกแบบ และสุดท้ายคือ ครูผู้สอนควรตรวจสอบแนวคิดที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้เลือก 1 แนวคิดก่อนนำไปสร้างโมเดลชิ้นงานจริง ในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนควรเข้าไปพูดคุยเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของ

นักเรียนต่อการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาประยุกต์ใช้ในการสร้างแนวคิด และหลังจากที่นักเรียนเลือก 1 แนวคิดสำหรับสร้างโมเดลชิ้นงานจริงแล้วนั้น อาจเปิดโอกาสให้ได้นำเสนอแนวคิดที่กลุ่มของตนเองได้เลือก พร้อมสอบถามถึงสาเหตุในการเลือกแนวคิดนั้น เพื่อเพิ่มความมั่นใจให้กับนักเรียนก่อนลงมือสร้างโมเดลชิ้นงานจริง

4. ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างโมเดลชิ้นงาน ดังนั้นควรคำนึงถึงการเลือกใช้สถานที่ที่เอื้อต่อการลงมือสร้างและทดสอบโมเดลชิ้นงาน เพื่อให้การปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มของนักเรียนเป็นไปอย่างอิสระ นักเรียนมีพื้นที่ในการสร้างและทดสอบโมเดลชิ้นงานก่อนนำไปนำเสนอหน้าชั้นเรียนซึ่งจะเป็นการเพิ่มความมั่นใจต่อโมเดลชิ้นงานที่นักเรียนได้ออกแบบและสร้างสรรค์ขึ้นมา ประกอบกับครูผู้สอนควรให้อิสระกับนักเรียนในการเลือกวัสดุสำหรับสร้างโมเดลชิ้นงาน เพื่อให้โมเดลชิ้นงานนั้นออกมาตรงกับความต้องการของนักเรียนและตอบสนองกับสถานการณ์ปัญหามากที่สุด แต่ทั้งนี้ครูผู้สอนควรให้ระยะเวลาในการเตรียมวัสดุอุปกรณ์แก่นักเรียนด้วย

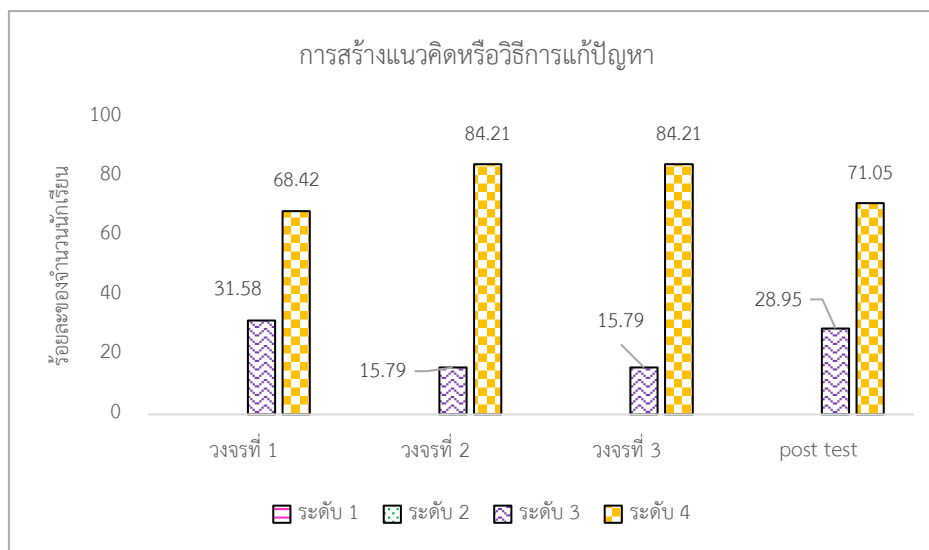
5. ขั้นทดสอบ (Test) เนื่องจากเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนออกมานำเสนอและทดสอบโมเดลชิ้นงานต่อหน้าเพื่อนและครู อีกทั้งยังมีการให้ข้อคิดเห็นในประเด็นข้อดี ข้อจำกัด และแนวทางการแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานให้ครอบคลุมด้านวัฒนธรรม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ครูผู้สอนควรที่จะชี้แจงหัวข้อการนำเสนอ เช่น ชื่อกลุ่ม, ชื่อโมเดลชิ้นงาน, วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้, ราคาค่าต้นทุนในการสร้างโมเดลชิ้นงาน และวัฒนธรรมท้องถิ่นที่นำมาผสมผสานในโมเดลชิ้นงาน เป็นต้น เพื่อให้การนำเสนอและทดสอบโมเดลชิ้นงานเป็นไปอย่างราบรื่น นอกจากนี้ครูผู้สอนควรแจ้งเกณฑ์ในการให้ข้อเสนอแนะกับเพื่อนนักเรียนให้รับทราบ และให้เวลานักเรียนได้ระดมความคิดเห็นภายในกลุ่ม เพื่อให้ข้อคิดเห็นในประเด็น ข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานได้อย่างครบถ้วน มีความชัดเจนและครอบคลุมในทุกด้าน

2. พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนหลังจากการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเพื่อประเมินความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ จากใบกิจกรรม โมเดลชิ้นงาน และการสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อดูพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน แต่ละองค์ประกอบว่ามีความเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาหรือไม่ อย่างไร ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มมีสมาชิก 6-7 คน ซึ่งผลในแต่ละองค์ประกอบเป็นดังนี้

2.1 การสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา

เมื่อผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จนเสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และผู้วิจัยได้ทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล จากนั้นนำข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา ดังภาพ 18 และตาราง 12



ภาพ 18 ร้อยละในการพัฒนาการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละระดับของนักเรียน จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

ตาราง 12 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการพัฒนาการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

| ระดับ | วงจรที่ 1 | | วงจรที่ 2 | | วงจรที่ 3 | | Post test | |
|---------|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|
| | จำนวนนักเรียน (คน) | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน (คน) | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน (คน) | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน (คน) | ร้อยละ |
| ระดับ 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ระดับ 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ระดับ 3 | 12 | 31.58 | 6 | 15.79 | 6 | 15.79 | 11 | 28.95 |
| ระดับ 4 | 26 | 68.42 | 32 | 84.21 | 32 | 84.21 | 27 | 71.05 |

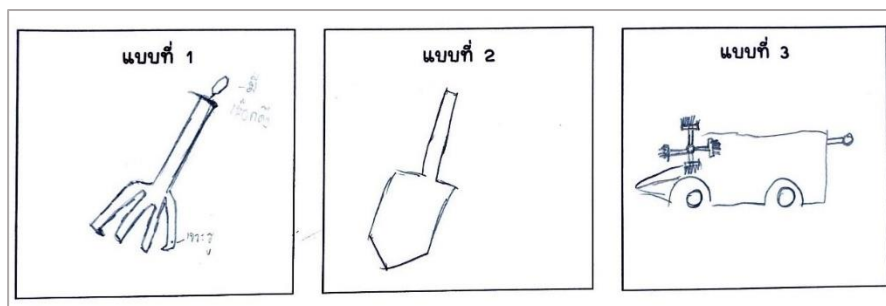
ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีพัฒนาการของการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายในระดับ 4 การสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันได้ 3 แนวคิด ร้อยละ 68.42 ดังภาพ 18 เมื่อพิจารณาไบบิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ดังภาพ

19 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถคิดและออกแบบโมเดลอุปกรณ์รดน้ำที่มีความแตกต่างกันโดยเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมถึงการเลือกใช้วัฒนธรรมท้องถิ่นมาผสมผสานเข้ากับโมเดลชิ้นงาน และมีการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้ในการออกแบบ ได้แก่ การใช้หลักการของล้อและเฟลาเพื่อให้โมเดลอุปกรณ์รดน้ำ สามารถเคลื่อนที่ได้ หรือการนำหลักการเรื่องลิ้มมาใช้เพื่อยืดภาชนะรดน้ำให้อยู่บนพื้นดิน



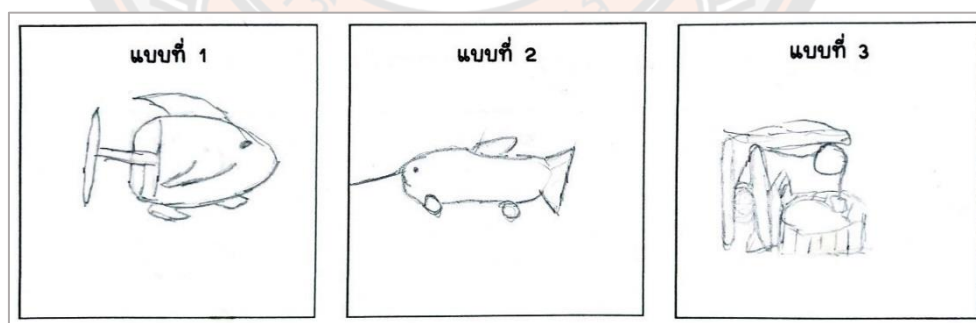
ภาพ 19 ใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่ม 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

วงจรปฏิบัติการที่ 2 จากภาพ 18 พบว่าหลังจากผ่านการจัดการเรียนรู้ 1 ครั้งในวงจรปฏิบัติที่ 1 แล้วนั้น เมื่อวิเคราะห์ใบกิจกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนเกิดพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของการสร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายในระดับ 4 การสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันได้ 3 แนวคิด ได้ร้อยละ 84.21 ซึ่งมากขึ้นเมื่อเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากภาพ 20 การสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายของนักเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถออกแบบโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะให้มีความแตกต่างกันได้ดีขึ้น มีการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้ในการออกแบบ ได้แก่ การใช้หลักการของลิ้มเพื่อเจาะขยะประเภทขยะอินทรีย์ (ใบไม้แห้ง) การใช้หลักการของคาน และหลักการของล้อและเฟลาเป็นตัวหมุนที่เก็บขยะลงในถัง



ภาพ 20 ใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่ม 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

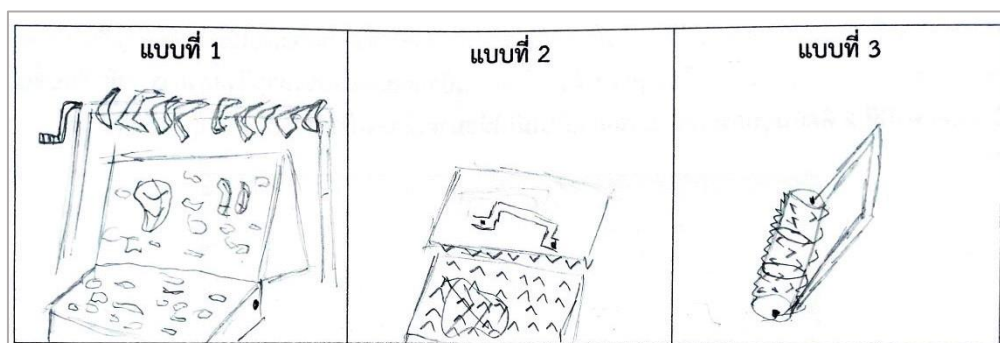
วงจรปฏิบัติการที่ 3 จากภาพ 18 หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เกิดพัฒนาการด้านการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายในระดับ 4 สร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหที่แตกต่างกันได้ 3 แนวคิด ร้อยละ 84.21 จากภาพ 21 แสดงให้เห็นถึงการสร้างแนวคิดการออกแบบโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกให้มีความหลากหลาย ได้แก่ การทำโมเดลปลาไหล (แบบที่ 1) ที่นำหลักการของล้อและเพลามาประยุกต์ใช้ตรงบริเวณตัวไหล โมเดลของเล่นรถปลาช่อน (แบบที่ 2) โดยการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายประเภทล้อและเพลามาใช้เพื่อให้ตัวปลาช่อนเคลื่อนที่ได้ และบ่อตกปลา (แบบที่ 3) ที่มีการนำหลักการของล้อและเพลาลิม และพื้นเอียงมาใช้ในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานให้ออกมาสวยงามอีกด้วย



ภาพ 21 ใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่ม 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

หลังจากผ่านการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในด้านของการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา จากภาพ 18 พบว่าเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการ

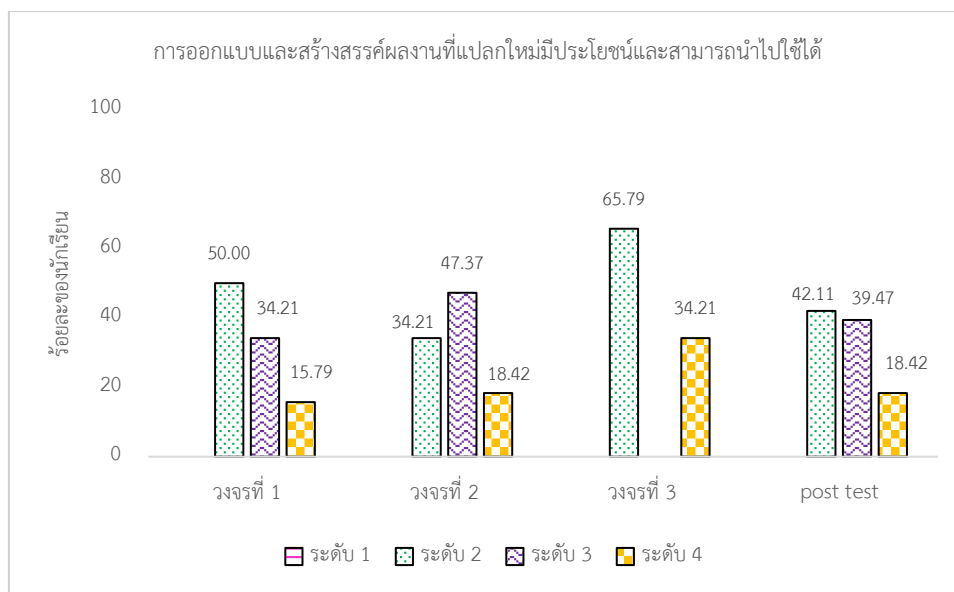
พัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นรายบุคคลนักเรียนมีพัฒนาการในด้านการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาร้อยละ 71.05 จากภาพ 22 แสดงให้เห็นถึงการออกแบบสร้างแนวคิดอุปกรณ์ย่อยใบไม้ที่มีความแตกต่างกัน 3 แบบ โดยนักเรียนมีการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาประยุกต์ในการสร้าง คือ ล้อและเพลา คาน ลิ่ม และสกรู



ภาพ 22 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้านการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายของนักเรียนคนที่ 35

2.2 การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ได้

เมื่อผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จนเสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และได้ทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ได้ ดังภาพ 23 และตาราง 13



ภาพ 23 ร้อยละในการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และสามารถนำไปใช้ได้ในแต่ละระดับของนักเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

ตาราง 13 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการพัฒนาการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และสามารถนำไปใช้ได้ จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

| ระดับ | วงจรที่ 1 | | วงจรที่ 2 | | วงจรที่ 3 | | Post test | |
|---------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| | จำนวนนักเรียน | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน | ร้อยละ |
| ระดับ 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ระดับ 2 | 19 | 50.00 | 13 | 34.21 | 25 | 65.79 | 16 | 42.11 |
| ระดับ 3 | 13 | 34.21 | 18 | 47.37 | 0 | 0.00 | 15 | 39.47 |
| ระดับ 4 | 6 | 15.79 | 7 | 18.42 | 13 | 34.21 | 7 | 18.42 |

เป็นวัสดุที่ลดการเกิดของเสีย ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะที่นักเรียนสร้างขึ้นมีความแตกต่างจากอุปกรณ์เก็บขยะที่มีการใช้งานกันในปัจจุบัน โดยมีการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานเพื่อให้มีความแปลกใหม่ และสามารถนำมาใช้ได้จริง ได้แก่ การทำให้โมเดลอุปกรณ์เก็บขยะเคลื่อนที่ได้โดยใช้วัสดุ คือ ตะเกียบและฝาขวดน้ำ โดยประยุกต์ใช้หลักการของล้อและเพลลา รวมถึงการทำที่ปิดขยะให้มีลักษณะคล้ายลิ้ม โดยใช้ฟองน้ำที่เหลือใช้เป็นวัสดุในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงาน ดังภาพ 25



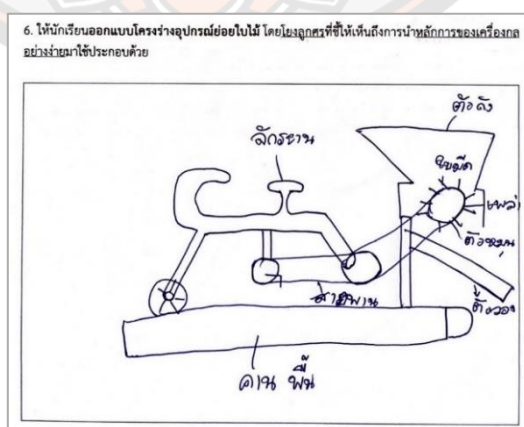
ภาพ 25 ตัวอย่างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะของนักเรียนกลุ่มที่ 2

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้โดยการคิดเชิงออกแบบเป็นฐานทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในระดับ 4 ออกแบบแนวคิดที่แปลกใหม่ต่างจากชิ้นงานที่มีอยู่ก่อน อย่างน้อย 3 จุดและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ได้ร้อยละ 34.21 ดังภาพ 23 ซึ่งนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในการสร้างโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกเนื่องในงานเทศกาลกินปลาประจำปี 2567 โดยมีกรอบแบบโมเดลที่นำวัฒนธรรมการดำเนินชีวิตในเรื่อง การหาปลา มาผสมผสานในการสร้างโมเดลชิ้นงาน รวมถึงการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก ล้อและเพลลา มาประยุกต์ในการออกแบบ นอกจากนี้การเลือกใช้วัสดุและต้นทุนในการสร้างชิ้นงานมีความเหมาะสมกับเงื่อนไขสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนด อีกทั้งโมเดลของที่ระลึกของนักเรียนมีความแปลกใหม่และสามารถใช้ได้จริง ดังภาพ 26



ภาพ 26 ตัวอย่างโมเดลอุปกรณ์ของที่ระลึกของนักเรียนกลุ่มที่ 3

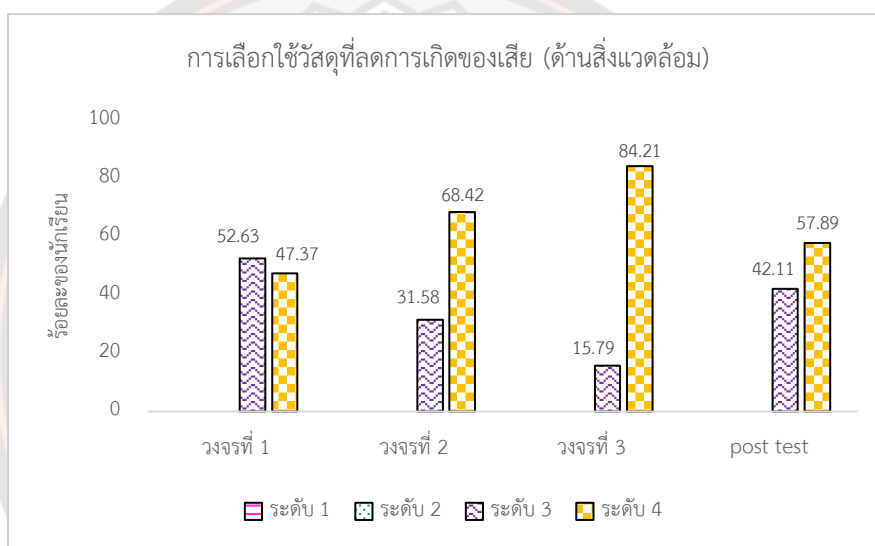
หลังจากนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในด้านการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จากภาพ 23 พบว่าเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นรายบุคคล นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ระดับ 4 ออกแบบแนวคิดที่แปลกใหม่ต่างจากชิ้นงานที่มีอยู่ก่อน อย่างน้อย 3 จุดและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ร้อยละ 18.42 จากแบบทดสอบนักเรียนมีการออกแบบอุปกรณ์ย่อยไปไม้โดยการนำหลักการของเครื่องกลเรื่อง คาน ล้อและเพลามาประยุกต์ในการสร้าง ประกอบกับการนำอุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้แล้วเข้ามาเสริมในอุปกรณ์ย่อยไปไม้ที่นักเรียนได้ออกแบบขึ้นมา ดังภาพ 27



ภาพ 27 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้านการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ของนักเรียนคนที่ 12

2.3 การเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม)

เมื่อผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จนเสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และได้ทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) ดังภาพ 28 และตาราง 14

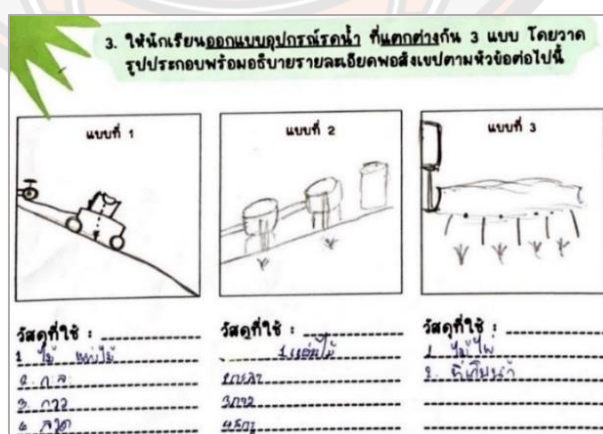


ภาพ 28 ร้อยละในการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) ในแต่ละระดับของนักเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

ตาราง 14 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการพัฒนาการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

| ระดับ | วงจรที่ 1 | | วงจรที่ 2 | | วงจรที่ 3 | | Post test | |
|---------|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|
| | จำนวนนักเรียน (คน) | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน (คน) | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน (คน) | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน (คน) | ร้อยละ |
| ระดับ 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ระดับ 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ระดับ 3 | 20 | 52.63 | 12 | 31.58 | 6 | 15.79 | 16 | 42.11 |
| ระดับ 4 | 18 | 47.37 | 26 | 68.42 | 32 | 84.21 | 22 | 57.89 |

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีพัฒนาการการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) ในระดับ 4 การเลือกใช้วัสดุในการสร้างชิ้นงานที่ลดการเกิดของเสียทั้งหมด ได้ร้อยละ 47.37 ดังภาพ 28 จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนบางกลุ่มเลือกใช้วัสดุในการสร้างโมเดลอุปกรณ์รดน้ำโดยวัสดุที่เลือกใช้นั้นเป็นวัสดุที่มาจากธรรมชาติ ได้แก่ ไม้ไผ่ กะลามะพร้าว เป็นต้น และวัสดุบางชนิดที่นักเรียนเลือกใช้สามารถนำมารีไซเคิลใช้ต่อได้ ดังภาพ 29



ภาพ 29 ใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่ม 2 ที่แสดงรายการวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างโมเดลอุปกรณ์รดน้ำ

หากพิจารณาใบกิจกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุที่จะนำมาสร้างโมเดลอุปกรณ์รดน้ำได้ ดังภาพ 30

| | | |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| สาเหตุที่เลือกใช้วัสดุ : | สาเหตุที่เลือกใช้วัสดุ : | สาเหตุที่เลือกใช้วัสดุ : |
| ----- | เลือกวัสดุจากธรรมชาติ | เลือกวัสดุที่มีวงขาธรรมชาติ |
| ----- | ----- | ----- |
| เลือกวัสดุจากธรรมชาติ | ----- | ----- |

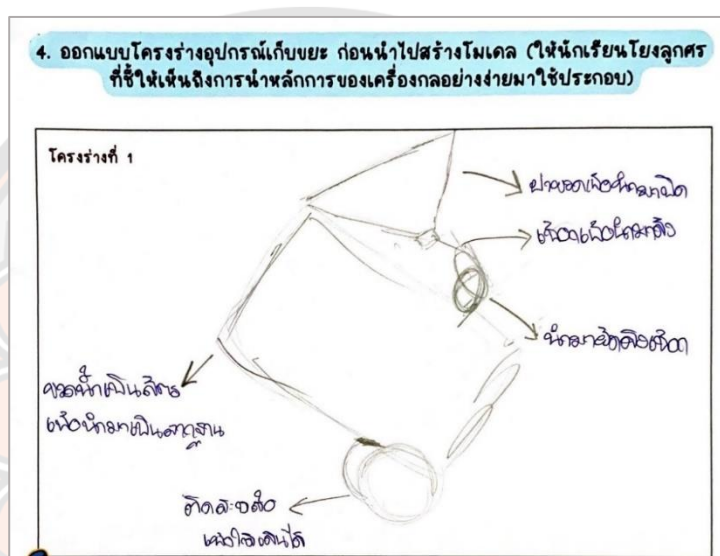
ภาพ 30 ใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่ม 2 ที่ให้เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ

หลังจากนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานครั้งหนึ่ง พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีพัฒนาการการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) ในระดับ 4 การเลือกใช้วัสดุในการสร้างชิ้นงานที่ลดการเกิดของเสียทั้งหมด ได้ร้อยละ 68.42 ดังภาพ 28 ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะจากวัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ตามท้องถิ่นของตนเอง เป็นวัสดุจากธรรมชาติ และบางชนิดเป็นวัสดุที่สามารถนำกลับไปรีไซเคิลได้ ได้แก่ การทำให้โมเดลอุปกรณ์เก็บขยะเคลื่อนที่และบรรจุขยะได้โดยใช้วัสดุที่เหลือใช้ คือ ล้อรถของเล่นเด็ก ฝาขวดน้ำ ถังน้ำพลาสติก และไม้ไผ่ ดังภาพ 31



ภาพ 31 ตัวอย่างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะของนักเรียนกลุ่มที่ 3

หากพิจารณาโครงร่างอุปกรณ์เก็บขยะของนักเรียนจะพบว่า นักเรียนมีความตั้งใจในการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย หาได้ตามท้องถิ่นของตนเอง และยังเลือกใช้วัสดุที่เหลือใช้และยังสามารถนำกลับไปรีไซเคิลได้อีกด้วย ได้แก่ การนำล้อรถของเล่นเด็กที่นักเรียนไม่ได้ใช้แล้วมาติดกับตัวถังพลาสติก ซึ่งทำหน้าที่เป็นถังบรรจุขยะ โดยใช้ไม้ไผ่มาทำเป็นเพลและด้ามจับ ทำให้โมเดลอุปกรณ์เก็บขยะของนักเรียนสามารถเคลื่อนที่ได้และเก็บขยะได้อย่างน้อย 2 ประเภท คือ ขยะอินทรีย์ (ใบไม้แห้ง) และขยะรีไซเคิล (เศษกระดาษ) ดังภาพ 32



ภาพ 32 ตัวอย่างโครงร่างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะของนักเรียนกลุ่มที่ 3

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้โดยการคิดเชิงออกแบบเป็นฐานทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการของการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) ในระดับ 4 การเลือกใช้วัสดุในการสร้างชิ้นงานที่ลดการเกิดของเสียทั้งหมด ได้ร้อยละ 84.21 จากภาพ 33 แสดงให้เห็นถึงการสร้างโมเดลของที่ระลึกจากวัสดุธรรมชาติ ได้แก่ ไม้ไผ่ ซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ทั่วไปในจังหวัดสิงห์บุรี นอกจากนี้นักเรียนยังนำวัสดุที่เหลือใช้ ได้แก่ แกนเทปใส มาสร้างสรรค์ผลงาน ประกอบกับนักเรียนได้นำความรู้หลักการเครื่องกลอย่างง่ายประเภทรอกมาปรับประยุกต์ให้โมเดลของที่ระลึกสมจริงมากยิ่งขึ้น



ภาพ 33 ตัวอย่างโมเดลของที่ระลึกของนักเรียนกลุ่ม 2

หลังจากนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในด้านของการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) พบว่า เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นรายบุคคล นักเรียนมีพัฒนาการในการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) ระดับ 4 การเลือกใช้วัสดุในการสร้างชิ้นงานที่ลดการเกิดของเสีย ทั้งหมด ได้ร้อยละ 57.89 จากแบบทดสอบนักเรียนมีการเลือกใช้วัสดุสำหรับสร้างอุปกรณ์ย่อยใบไม้ ซึ่งวัสดุที่นักเรียนเลือกส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่มาจากธรรมชาติ วัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ดังภาพ 34

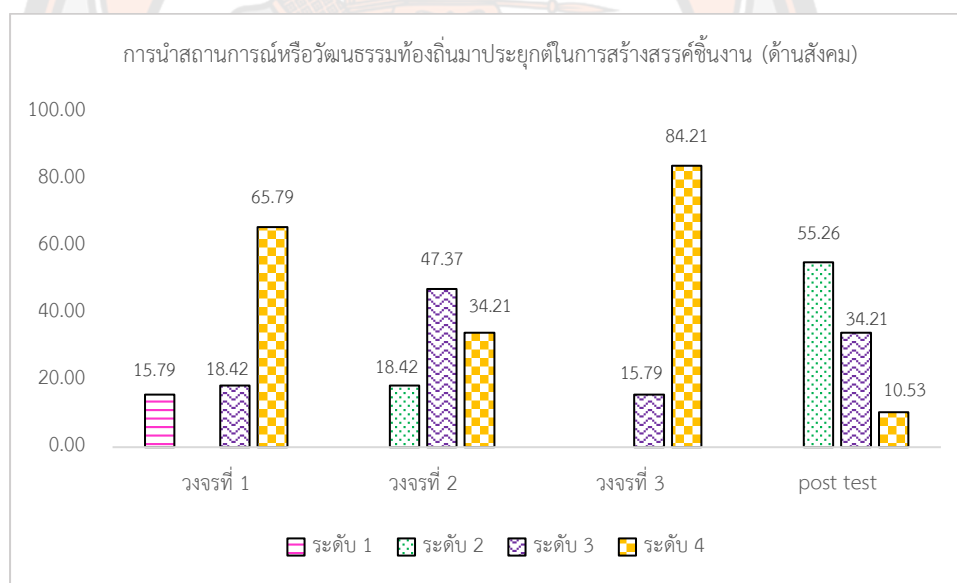
4. ให้นักเรียนออกแบบอุปกรณ์ย่อยใบไม้ที่ลดคาร์บอน 3 แบบ โดยอาจนำประกอบหรืออธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม

| แบบที่ 1 | แบบที่ 2 | แบบที่ 3 |
|---|---|---|
| | | |
| วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ พลาสติก เชือก ไม้ สี | วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ พลาสติก กระดาษ | วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ กระดาษ เชือก ไม้ |
| สาเหตุที่เลือกใช้คือ มีลักษณะที่ลดคาร์บอน และใช้วัสดุที่ลดคาร์บอน และใช้วัสดุที่ลดคาร์บอน | สาเหตุที่เลือกใช้คือ ใช้วัสดุที่ลดคาร์บอน ใช้วัสดุที่ลดคาร์บอน | สาเหตุที่เลือกใช้คือ ใช้วัสดุที่ลดคาร์บอน ใช้วัสดุที่ลดคาร์บอน |

ภาพ 34 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้านการออกแบบและ
สร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ของนักเรียนคนที่ 9

2.4 การนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้าน สังคม)

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อ
การพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จนเสร็จสิ้นทั้ง 3
วงจรปฏิบัติการ และได้ทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จาก
ใบกิจกรรมและแบบทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)
พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการ
สร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านสังคม) ดังภาพ 35 และตาราง 15



ภาพ 35 ร้อยละในการนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน
(ด้านสังคม) ในแต่ละระดับของนักเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการ
จัดการเรียนรู้

ตาราง 15 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านสังคม) จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้


| ระดับ | วงจรที่ 1 | | วงจรที่ 2 | | วงจรที่ 3 | | Post test | |
|---------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| | จำนวนนักเรียน | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน | ร้อยละ |
| ระดับ 1 | 6 | 15.79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ระดับ 2 | 0 | 0 | 7 | 18.42 | 0 | 0 | 21 | 55.26 |
| ระดับ 3 | 7 | 18.42 | 18 | 47.37 | 6 | 15.79 | 13 | 34.21 |
| ระดับ 4 | 25 | 65.79 | 13 | 34.21 | 32 | 84.21 | 4 | 10.53 |

นักเรียนมีพัฒนาการของการนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่น (ด้านสังคม) มาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานในระดับ 4 การนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นของตนเองมาประยุกต์ในการสร้างชิ้นงาน ของวงจรปฏิบัติที่ 1 ร้อยละ 65.79 ดังภาพ 35 จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนยังมีความรู้เกี่ยวกับสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นของจังหวัดสิงห์บุรีไม่มากพอทำให้มีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่สามารถเลือกวัฒนธรรมท้องถิ่นมาใช้ในการออกแบบโมเดลชิ้นงาน แต่มีนักเรียนที่สามารถเลือกวัฒนธรรมท้องถิ่น เช่น การหาเลี้ยงชีพ เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันของคนในสมัยอดีตมาปรับประยุกต์โดยนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายเข้าไปและสามารถสร้างโมเดลชิ้นงานที่ตอบสนองเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนดได้ ดังภาพ 36



ภาพ 36 ตัวอย่างโมเดลอุปกรณ์รตน้ำของนักเรียนกลุ่ม 5

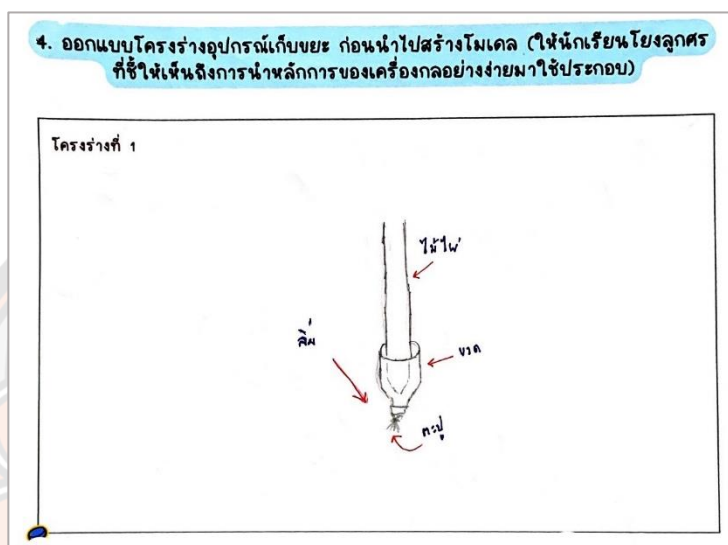
หากพิจารณาไปกิจกรรมของนักเรียนในหัวข้อสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นที่นักเรียนนำมาประยุกต์ใช้กับชิ้นงาน พบว่า นักเรียนสามารถให้ข้อมูลถึงวัฒนธรรมท้องถิ่นอย่างชัดเจน ได้แก่ เครื่องมือเครื่องใช้ในการจับปลา (สุม) ดังภาพ 37

|  สถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นเรื่องใดที่นักเรียนนำมาประยุกต์ใช้กับชิ้นงาน | | |
|---|---|---|
| แบบที่ 1 : สุ่มจับปลา เป็นวัฒนธรรมท้องถิ่นที่ ใช้จับปลา | แบบที่ 2 : ที่จับปลาจาก ใต้ผืนดินโดยใช้มือขุด ใต้ผืนดินแล้วจับปลา | แบบที่ 3 : ขุดน้ำที่ขุด ทำเป็นอ่างขุดน้ำจาก ใต้ผืนดินแล้วจับปลา |
| ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- |

ภาพ 37 ไปกิจกรรมของนักเรียนกลุ่ม 5 ที่ระบุสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นที่นำมาประยุกต์ใช้กับชิ้นงานในแต่ละแบบร่าง

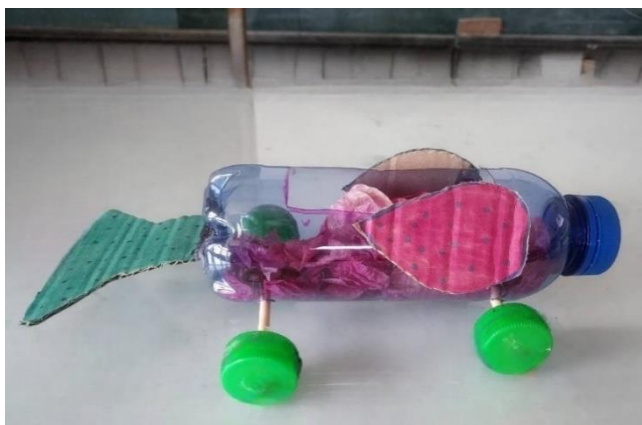
ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนร้อยละ 34.21 สามารถนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นของตนเองมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ผลงานได้ในระดับ 4 การนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นของตนเองมาประยุกต์ในการสร้างชิ้นงาน จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะระบุสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นในลักษณะกว้างไม่ระบุชัดเจน เช่น ไม้ไผ่

แต่ไม่ได้ระบุหรืออธิบายเพิ่มเติมว่าเป็นสถานการณ์หรือวัฒนธรรมใด ทั้งนี้มีนักเรียนเพียงบางส่วนที่ระบุสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นได้อย่างชัดเจน เช่น การนำฉลามจ๊อบปลามาประยุกต์ทำโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ โดยนักเรียนใช้ตะปูหลายชิ้นเชื่อมต่อกันโดยมีฝาขวดน้ำเป็นตัวยึด และนำไม้ไผ่ที่มีปลายเป็นลิ้มมาทำเป็นด้ามจับ ดังภาพ 38



ภาพ 38 ตัวอย่างโครงร่างอุปกรณ์เก็บขยะของนักเรียนกลุ่ม 5

ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้โดยการคิดเชิงออกแบบเป็นฐานทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในการนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่น (ด้านสังคม) มาประยุกต์ในชิ้นงาน อยู่ในระดับ 4 การนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นของตนเองมาประยุกต์ในการสร้างชิ้นงาน ได้ร้อยละ 84.21 พบว่านักเรียนได้นำปลาช่อนซึ่งเป็นปลาท้องถิ่นของจังหวัดสิงห์บุรีมาสร้างเป็นโมเดลของเล่น โดยใช้หลักการของเครื่องกลอย่างง่ายประเภทล้อและเพลา และลิ้มมาประยุกต์ให้ตัวปลาช่อนเคลื่อนที่ได้ นอกจากนี้ยังทำพื้นที่ว่างเพื่อให้บรรจุสิ่งของหรือปลุกต้นไม้ได้ จะเห็นว่ามีนักเรียนมีความตั้งใจในการออกแบบและสร้างโมเดลของเล่นให้สามารถนำมาใช้งานได้จริงและสื่อถึงสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่น ดังภาพ 39

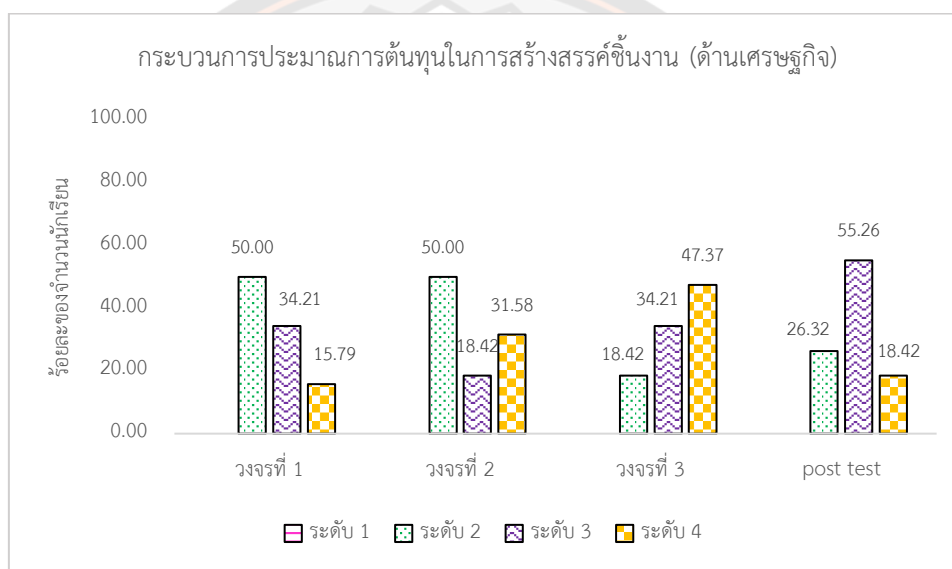


ภาพ 39 ตัวอย่างโมเดลของเล่นเนื่องในงานเทศกาลกินปลา ของนักเรียนกลุ่ม 6

หลังจากนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในด้านการนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่น (ด้านสังคม) มาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน จากภาพ 35 พบว่า เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นรายบุคคล นักเรียนมีพัฒนาการในการนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาสร้างสรรค์ชิ้นงานอยู่ในระดับ 4 การนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นของตนเองมาประยุกต์ในการสร้างชิ้นงาน ได้ร้อยละ 10.53 จากแบบทดสอบพบว่า นักเรียนระบุสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นที่นำมาประยุกต์ คือ การนำไม้ไผ่ซึ่งคนในดีนำมาสร้างเป็นที่พักอาศัยหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ กับใบพัดเรือมาปรับใช้ในการสร้างโมเดล อุปกรณ์ย่อยไปไม้

2.5 กระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ)

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จนเสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และได้ทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ดังภาพ 40 และตาราง 16

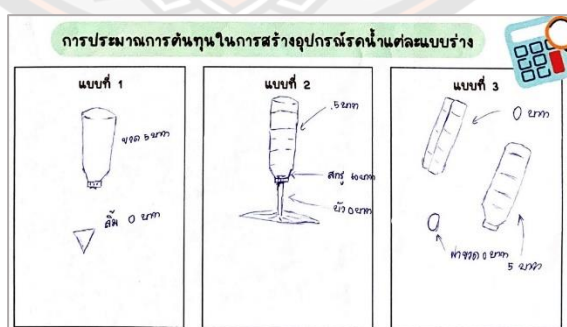


ภาพ 40 ร้อยละของนักเรียนในการประมาณการต้นทุนสำหรับสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) ในแต่ละระดับของนักเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

ตาราง 16 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการประมาณการต้นทุนสำหรับสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

| ระดับ | วงจรที่ 1 | | วงจรที่ 2 | | วงจรที่ 3 | | Post test | |
|---------|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|
| | จำนวนนักเรียน (คน) | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน (คน) | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน (คน) | ร้อยละ | จำนวนนักเรียน (คน) | ร้อยละ |
| ระดับ 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ระดับ 2 | 19 | 50.00 | 19 | 50.00 | 7 | 18.42 | 10 | 26.32 |
| ระดับ 3 | 13 | 34.21 | 7 | 18.42 | 13 | 34.21 | 21 | 55.26 |
| ระดับ 4 | 6 | 15.79 | 12 | 31.58 | 18 | 47.37 | 7 | 18.42 |

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีพัฒนาการของกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) ในระดับ 4 การระบุราคาของวัสดุที่ใช้และแสดงวิธีการคำนวณต้นทุนออกมาได้อย่างถูกต้อง ร้อยละ 15.79 ดังภาพ 40 จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนบางส่วนได้ระบุถึงกระบวนการในการประมาณการวัสดุเพื่อนำมาสร้างสักรีดน้ำ โดยนักเรียนประมาณการจากเกณฑ์ราคาตามท้องตลาด ของวัสดุที่จำเป็นต้องซื้อ หรือไม่สามารถหาได้ เช่น สกรู ดังภาพ 41



ภาพ 41 ใบกิจกรรมที่แสดงกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างโมเดลอุปกรณ์รดน้ำในแต่ละแบบร่าง ของนักเรียนกลุ่ม 1

หลังจากนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานมาแล้วหนึ่งครั้ง พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีพัฒนาการของกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) ในระดับ 4 การระบุราคาของวัสดุที่ใช้และแสดงวิธีการคำนวณต้นทุนออกมาได้อย่างถูกต้อง ได้ร้อยละ 31.58 ดังภาพ 40 ซึ่งนักเรียนเริ่มพัฒนาการในการประมาณการต้นทุนในการออกแบบและสร้างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะเพิ่มขึ้น จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถระบุรายละเอียดของราคาวัสดุที่ใช้ในการสร้างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ และคำนวณต้นทุนออกมาได้อย่างถูกต้อง ดังภาพ 42

| การประมาณการต้นทุนในการสร้างอุปกรณ์เก็บขยะแต่ละแบบร่าง | | |
|--|---|--|
| แบบที่ 1 | แบบที่ 2 | แบบที่ 3 |
| ไม้ท่อน 70 บ. ลวด 20 บ. ขวด 5 บ. วัสดุรวม 95 บ. | กรรไกร 25 บ. กาว 15 บ. ขวด 5 บ. วัสดุรวม 45 บ. | กาว 15 บ. ขวด 5 บ. กิ๊บพลาสติก 40 บ. วัสดุรวม 60 บ. |

ภาพ 42 ใบกิจกรรมที่แสดงกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะในแต่ละแบบร่าง ของนักเรียนกลุ่ม 3

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการของการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) อยู่ในระดับ 4 การระบุราคาของวัสดุที่ใช้และแสดงวิธีการคำนวณต้นทุนออกมาได้อย่างถูกต้อง ได้ร้อยละ 47.37 จากภาพ 40 พบว่า นักเรียนได้ระบุวัสดุพร้อมประมาณการราคาของวัสดุแต่ละชนิดที่นำมาใช้สร้างสรรค์โมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกได้อย่างชัดเจนพร้อมกับคำนวณต้นทุนของวัสดุอุปกรณ์ในแต่ละแบบร่างออกมาได้อย่างถูกต้อง ดังภาพ 43

| การประมาณการต้นทุนในการสร้างของที่ระลึกแต่ละแบบร่าง | | |
|---|---|--|
| แบบที่ 1 ไม้คอร์ก 30 หนังกิ๊ - ไม้คอร์ก - รวม 30 | แบบที่ 2 หนังกิ๊ - ไม้ - ไม้ 10 ไม้คอร์ก - รวม 20 | แบบที่ 3 ไม้คอร์ก 30 ไม้คอร์ก - ไม้คอร์ก 10 ไม้คอร์ก 20 ไม้คอร์ก 10 ไม้คอร์ก 20 รวม 90 |

ภาพ 43 ใบกิจกรรมที่แสดงกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกในแต่ละแบบร่าง ของนักเรียนกลุ่ม 5

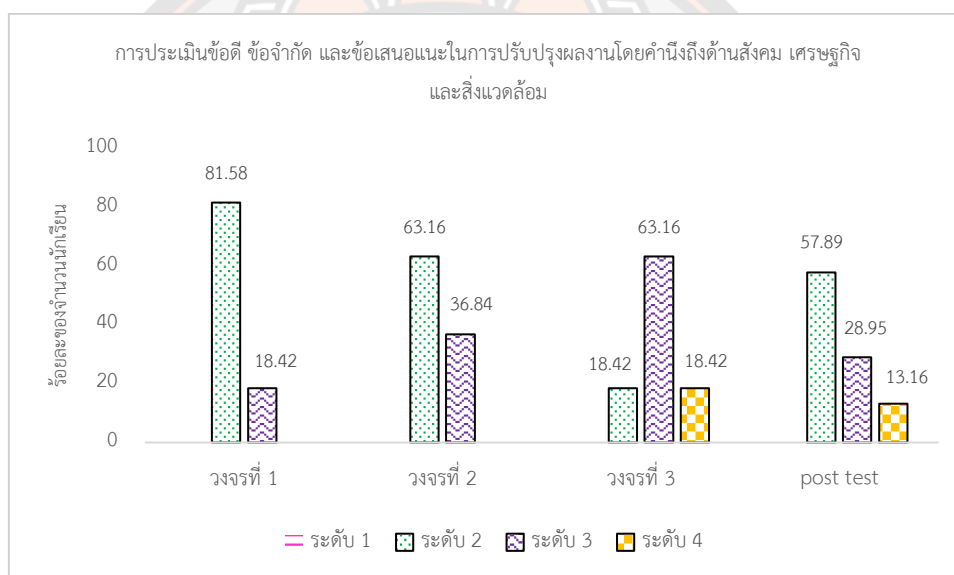
หลังจากที่นักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในด้านของกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) จากภาพ 40 พบว่าเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นรายบุคคล นักเรียนมีพัฒนาการของกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) อยู่ในระดับ 4 การระบุราคาของวัสดุที่ใช้และแสดงวิธีการคำนวณต้นทุนออกมาได้อย่างถูกต้อง ได้ร้อยละ 18.42 จากแบบทดสอบพบว่า นักเรียนสามารถระบุราคาของวัสดุที่ใช้ในการสร้างสรรค์โมเดลอุปกรณ์ย่อยใบไม้ตามแต่ละแบบร่างที่นักเรียนได้ออกแบบ และสามารถคำนวณราคาต้นทุนออกมาได้อย่างถูกต้อง ดังภาพ 44

| การประมาณการต้นทุนสร้างอุปกรณ์ | การประมาณการต้นทุนสร้างอุปกรณ์ | การประมาณการต้นทุนสร้างอุปกรณ์ |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ไม้ 20 | ไม้คอร์ก 100 | ไม้คอร์ก 100 |
| ไม้คอร์ก 30 | ไม้คอร์ก 100 | ไม้คอร์ก 100 |
| ไม้คอร์ก 30 | ไม้คอร์ก 100 | ไม้คอร์ก 100 |
| ไม้คอร์ก 40 | ไม้คอร์ก 100 | ไม้คอร์ก 100 |
| ไม้คอร์ก 20 | ไม้คอร์ก 100 | ไม้คอร์ก 100 |
| รวม 110 | รวม 190 | รวม 300 |

ภาพ 44 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้านกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) ของนักเรียนคนที่ 31

2.6 การประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จนเสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และได้ทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงาน โดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ดังภาพ 45 และตาราง 17



ภาพ 45 ร้อยละของนักเรียนในการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ในแต่ละระดับของนักเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

ตาราง 17 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

| ระดับ | วงจรที่ 1 | | วงจรที่ 2 | | วงจรที่ 3 | | Post test | |
|---------|---------------------------|--------|---------------------------|--------|---------------------------|--------|---------------------------|--------|
| | จำนวน นักเรียน (คน) | ร้อยละ | จำนวน นักเรียน (คน) | ร้อยละ | จำนวน นักเรียน (คน) | ร้อยละ | จำนวน นักเรียน (คน) | ร้อยละ |
| ระดับ 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ระดับ 2 | 31 | 81.58 | 24 | 63.16 | 7 | 18.42 | 22 | 57.89 |
| ระดับ 3 | 7 | 18.42 | 14 | 36.84 | 24 | 63.16 | 11 | 28.95 |
| ระดับ 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 18.42 | 5 | 13.16 |

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีพัฒนาการของการประเมินข้อดี ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ในระดับ 3 การประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือข้อเสนอแนะในการแก้ไขชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจหรือสิ่งแวดล้อมได้ 2 ด้าน ได้ร้อยละ 18.42 ดังภาพ 45 จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนบางส่วนสามารถให้ข้อมูลในประเด็นข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงโมเดลอุปกรณ์รดน้ำของเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ได้ เพียงแต่นักเรียนสะท้อนออกมาในแค่ด้านของสิ่งแวดล้อม คือ การเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติ และด้านของเศรษฐกิจ การคำนึงถึงต้นทุนในการสร้างเท่านั้น แต่ยังไม่ครบทั้ง 3 ด้าน ดังภาพ 46 และ 47

**ให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการปรับปรุงผลงานของเพื่อนกลุ่มอื่น
ในขณะที่เพื่อนนำเสนอ**


| | |
|----------------------------|--|
| ชื่อกลุ่ม : | 3 |
| ชื่อผลงาน : | รู้มดมีปีก |
| ข้อดี | ตัวทำไม่ได้อึด = 9 ข้อ พินที่น้อย ราคาประหยัด 9 ข้อ รวดเร็ว |
| ข้อจำกัด | น้ำหนักของตัวไม่เท่ากัน 9 ข้อได้ |
| ข้อเสนอแนะการปรับปรุงผลงาน | 1. 9 ข้อให้เท่ากัน |

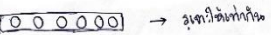
ภาพ 46 ใบกิจกรรม ข้อ 6) ข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการปรับปรุงโมเดลอุปกรณ์รตน้ำ ของนักเรียนกลุ่ม 4

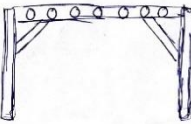
7. จากคำแนะนำของเพื่อนกลุ่มอื่น กลุ่มของนักเรียนจะมีแนวทางการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานอย่างไรบ้าง จงอธิบาย

กลุ่มของนักเรียน จะปรับปรุงโครงจากตัวทำกัน ทำตัวให้เท่ากัน และรูให้เท่ากัน

แนวทางการปรับปรุง / แก้ไขชิ้นงาน







ภาพ 47 ใบกิจกรรม ข้อ 7) แนวทางการแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานโมเดลอุปกรณ์รตน้ำ ของนักเรียนกลุ่ม 4

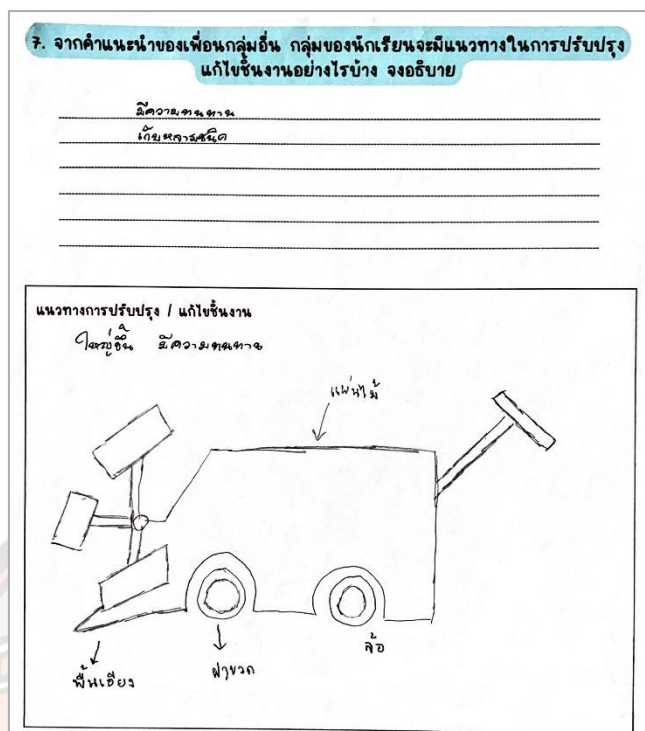
เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้มาแล้วจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีพัฒนาการของการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงาน โมเดลอุปกรณ์เก็บขยะในระดับ 3 การประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือข้อเสนอแนะในการแก้ไขชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจ หรือสิ่งแวดล้อมได้ 2 ด้าน ได้ร้อยละ 36.84 ดังภาพ 45 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติที่ 1 แต่นักเรียนยังคงสะท้อนข้อดีของโมเดลชิ้นงานอุปกรณ์เก็บขยะได้ 2 หัวข้อคือ ด้านเศรษฐกิจและด้านสิ่งแวดล้อม ดังภาพ 48

6. ให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการปรับปรุงผลงานของเพื่อนกลุ่มอื่น ในขณะที่เพื่อนนำเสนอ

| | |
|----------------------------|--|
| ชื่อกลุ่ม : | 2 |
| ชื่อผลงาน : | รถดีดขยะ |
| ข้อดี | เก็บขยะได้หลายชนิด , ใช้วัสดุรีไซเคิลได้ , ประหยัด |
| ข้อจำกัด | มีดกจากเศษกระดาษที่ต่ำ |
| ข้อเสนอแนะการปรับปรุงผลงาน | ทำให้มีภาวนกษณะหนักขึ้น |

ภาพ 48 ใบกิจกรรม ข้อ 6) ข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการปรับปรุงโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ ของนักเรียนกลุ่ม 4

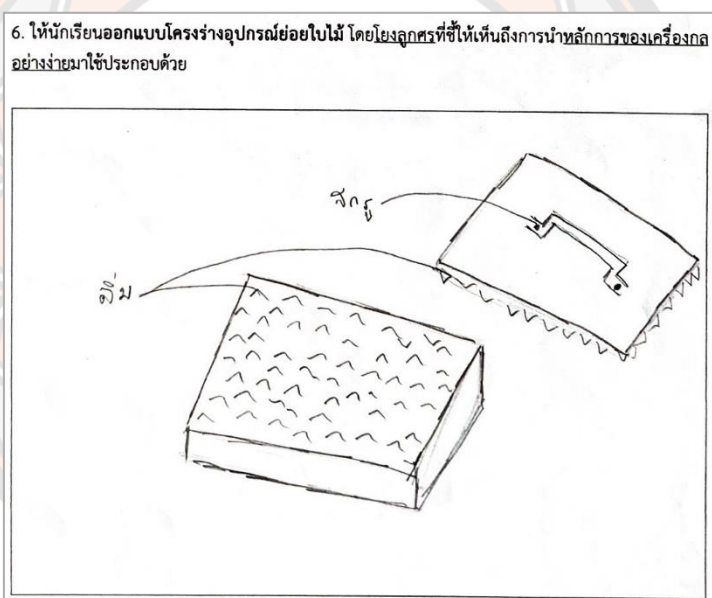
จากภาพ 49 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาการในเรื่องของการปรับปรุงแนวคิดในการแก้ไขโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ ภายหลังจากได้รับข้อเสนอแนะจากเพื่อนกลุ่มอื่น ดังภาพ



ภาพ 49 ไปกิจกรรม ข้อ 7) แนวทางการแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ ของนักเรียนกลุ่ม 2

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 หลังจากที่เสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้โดยการคิดเชิงออกแบบเป็นฐานทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานในระดับ 4 การประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือข้อเสนอแนะในการแก้ไขชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจ หรือสิ่งแวดล้อมได้ครบทุกด้าน ได้ร้อยละ 18.42 จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนสามารถระบุข้อดี ของโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกได้โดยสะท้อนให้เห็นถึงด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ดังภาพ 50

หลังจากนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในด้านของการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงาน จากภาพ 45 พบว่าเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นรายบุคคล นักเรียนมีพัฒนาการของการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงาน ในระดับ 4 การประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือข้อเสนอแนะในการแก้ไขชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจ หรือสิ่งแวดล้อม ได้ครบทุกด้าน ร้อยละ 13.16 จากแบบทดสอบพบว่า นักเรียนบางส่วนสามารถสะท้อนข้อดี หรือจุดเด่นของชิ้นงานที่นักเรียนสร้างสรรค์ได้ โดยระบุในประเด็นด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ได้อย่างครบถ้วน และสามารถเสนอแนวทางในการพัฒนาชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นได้ ดังภาพ 52



ภาพ 52 ตัวอย่างโครงร่างของอุปกรณ์ย่อยใบไม้ ของนักเรียนคนที่ 35

บทที่ 5

บทสรุป

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีคำถามวิจัย คือ 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรมีแนวทางอย่างไร 2) เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร โดยผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยดังนี้ 1. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย และ 2. ข้อเสนอแนะ ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรมีแนวทางอย่างไร

ผลการวิจัยพบว่า หลังจากที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นนิยามปัญหา ขั้นสร้างแนวคิด ขั้นสร้างต้นแบบ และขั้นทดสอบ ได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับห้องเรียนตามสภาพจริงผ่านวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรมีแนวทางดังนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Empathize) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ครูนำสถานการณ์ปัญหาซึ่งควรใช้ปัญหาที่มีความน่าสนใจ เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันหรือเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนได้รับผลกระทบโดยตรงมาเป็นสถานการณ์ปัญหาในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เด็กเกิดความท้าทายในการลงมือแก้ปัญหา ทั้งนี้เด็กแต่ละคนภายในกลุ่มจะต้องพูดคุย สื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นที่มีต่อสถานการณ์นั้น ซึ่งสอดคล้องกับสุวิมล ว่องวานิช (2563)

ซึ่งกล่าวว่าการสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงอารมณ์ความรู้สึกของผู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือปัญหานั้น ๆ เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลสำหรับใช้ในขั้นตอนการสร้างแนวคิดต่อไป

1.1.2 ขั้นนิยามปัญหา (Define) เป็นขั้นตอนการระบุปัญหาและลักษณะของโมเดลชิ้นงานแต่ละกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มควรได้รับกระดาษ post-it เพื่อระบุปัญหาและลักษณะของโมเดลชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีมุมมองต่อสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างกัน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนแต่ละคนจะต้องแสดงความคิดเห็นของตนเองที่มีต่อสถานการณ์ปัญหานั้นออกมา โดยที่นักเรียนแต่ละคนสามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองลงในกระดาษ post-it ที่ครูผู้สอนแจกให้ จากนั้นนำข้อมูลที่เป็นข้อคิดเห็นของแต่ละคนมาพูดคุย แลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่มเพื่อสรุปเป็นประเด็นปัญหาและลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่กลุ่มของตนเองให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาหรือเงื่อนไขที่ผู้สอนกำหนด

1.1.3 ขั้นสร้างแนวคิด (Ideate) เป็นขั้นตอนหลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ระบุปัญหาและลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่ต้องการออกแบบเรียบร้อยแล้วนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องระดมความคิดเพื่อสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธีและมีการนำความรู้หลักการเครื่องกลอย่างง่ายมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบแนวคิด ซึ่งในการนำหลักการเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้ในการสร้างแนวคิดควรนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้อย่างหลากหลายเพื่อให้เกิดความหลากหลายของแนวคิดในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ครูผู้สอนจะต้องเน้นย้ำกับนักเรียนว่าแนวคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นนั้นจะต้องมีความแตกต่างกัน 3 แนวคิด และไม่ใช่ว่าการเปลี่ยนรายละเอียดบางจุด ในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนจะต้องให้เวลากับนักเรียนในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มอย่างอิสระ มีการทำงานร่วมกัน ได้ตอบและถกเถียงกัน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดแนวคิดใหม่ซึ่งสอดคล้องกับ Tsoukas (2009) ทั้งนี้ไม่ควรมีความกดดันจากภายนอก (External Pressure) เช่น การแข่งขัน หรือการประเมินผลเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งสอดคล้องกับ Amabile (2012) เมื่อนักเรียนออกแบบโครงร่างแล้วนั้น ครูผู้สอนควรที่จะเข้าไปพูดคุยสอบถามกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม และตรวจสอบโครงร่างแนวคิดที่นักเรียนได้สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและความถูกต้องต่อการนำหลักการของเครื่องกลมาประยุกต์ใช้ในแต่ละโครงร่างที่ออกแบบ

1.1.4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นขั้นหลังจากที่นักเรียนออกแบบโครงร่างของโมเดลชิ้นงาน 3 แนวคิดนั้นแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มจะช่วยกันเลือก 1 แนวคิดเพื่อนำมาสร้างโมเดลชิ้นงาน โดยครูผู้สอนควรให้อิสระในการเลือกวัสดุสำหรับสร้างชิ้นงานซึ่งจะต้อง

สอดคล้องกับโครงร่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกแบบ ผู้สอนควรใช้เวลาแก่นักเรียนในการเตรียมวัสดุ รวมถึงการลงมือสร้างโมเดลชิ้นงานเพื่อให้เกิดการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานที่ตรงกับเงื่อนไข สถานการณ์ปัญหาและตรงกับความต้องการของนักเรียนมากที่สุด จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะลงมือสร้างโมเดลชิ้นงานตามโครงร่างที่นักเรียนได้เลือกและวางแผนไว้ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้ใช้และเรียนรู้หลักการเครื่องกลอย่างง่าย ซึ่งสอดคล้องกับ Fortus (2004) ที่กล่าวว่าในระหว่างที่นักเรียนได้พัฒนานวัตกรรมต้นแบบ นักเรียนก็ได้พัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกัน

1.1.5 ขั้นทดสอบ (Test) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอและทดสอบโมเดลชิ้นงานต่อหน้าครูและเพื่อนกลุ่มอื่น โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะใช้เวลาในการนำเสนอพร้อมทดสอบผลงานกลุ่มละประมาณ 5 นาที เมื่อนำเสนอและทดสอบผลงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนจะให้เพื่อนนักเรียนกลุ่มที่เหลือ ให้ข้อคิดเห็นในประเด็นข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม จากนั้นให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้จากการสะท้อนผลของเพื่อนลงในใบกิจกรรมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจะต้องจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองที่มีต่อโมเดลชิ้นงานของเพื่อนได้อย่างอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับ สายสุนีย์ กลิ่นสุคนธ์ (2545) และกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขโมเดลชิ้นงานให้ครอบคลุมประเด็นด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม หลังจากที่ได้รับข้อเสนอแนะจากเพื่อนกลุ่มอื่นแล้ว นักเรียนจะต้องมาพูดคุย ระดมความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงโมเดลชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น โดยนักเรียนจะต้องบันทึกสิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุงพร้อมกับวาดโครงร่างของโมเดลชิ้นงานที่ปรับปรุงแล้วลงในใบกิจกรรม

ผู้วิจัยพบว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน ที่ช่วยเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิด (Ideate) ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) และขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบและประเมินผลงาน (Test and Evaluate) โดยในขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องระดมความคิดเห็นกันเพื่อสร้างแนวคิดที่มีความหลากหลาย ไม่ซ้ำกัน 3 แนวคิดโดยแต่ละแนวคิดจะต้องนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาประยุกต์ด้วย ประกอบกับต้องคำนึงถึงเงื่อนไขที่ครูผู้สอนกำหนดให้ในแต่ละสถานการณ์ ในระหว่างนั้นนักเรียนจะได้พูดคุย สื่อสาร โต้ตอบกับสมาชิกภายในกลุ่ม ซึ่งพบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างแนวคิดที่มีความหลากหลายซึ่งแต่ละแนวคิดมีความแตกต่างกันซึ่งจะส่งผลต่อขั้นการสร้างต้นแบบ ซึ่งนักเรียนจะต้องพูดคุยกับสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อเลือก 1 แนวคิดจาก

3 แนวคิดที่มีความแตกต่างกันมาสร้างเป็นโมเดลชิ้นงาน ในระหว่างที่นักเรียนมีการสร้างโมเดลชิ้นงาน นักเรียนจะทำงานกันเป็นกลุ่ม มีการเสนอความคิดเห็น แบ่งหน้าที่กัน เพื่อให้โมเดลชิ้นงานสำเร็จและตรงกับความต้องการของกลุ่มตนเองมากที่สุด หลังจากที่นักเรียนสร้างโมเดลชิ้นงานเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว แล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องนำโมเดลชิ้นงานมานำเสนอและทดสอบ เพื่อรับฟังข้อคิดเห็นจากเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ในประเด็นข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานที่สอดคล้องกับด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งหลังจากได้รับฟังข้อคิดเห็นในแต่ละประเด็นแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องนำข้อคิดเห็นที่ได้ไปพูดคุยกันเพื่อปรับปรุงโมเดลชิ้นงานของกลุ่มตนเองซึ่งในขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนด้วย

2. เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้ใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน ซึ่งในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ไปกิจกรรม และโมเดลชิ้นงานของนักเรียน ซึ่งเป็นลักษณะของการทำกิจกรรม และหลังจากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นรายบุคคล จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยผู้วิจัยวิเคราะห์เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยแบ่งเป็น 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย 2) การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ได้ 3) ด้านการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) 4) ด้านการนำเสนอสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านสังคม) 5) ด้านกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) และ 6) การประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงผลงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม

ในภาพรวมพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในเพิ่มขึ้นในแต่ละองค์ประกอบ เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในด้านการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) ด้าน

การนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านสังคม) ด้านกระบวนการประมาณการต้นทุน (ด้านเศรษฐกิจ) ด้านการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ และด้านการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงาน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่นักเรียนมีพัฒนาการมากที่สุดและน้อยที่สุด ผู้วิจัยสามารถสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอยู่ในระดับ 4 มากที่สุดทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการคือ ด้านการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งจะพบว่านักเรียนสามารถสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันได้ 3 แนวคิด (ระดับ 4) โดยแต่ละแนวคิดที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สร้างขึ้นมานั้นเป็นแนวคิดที่มีความแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ไม่ใช่เพียงแค่การปรับรายละเอียดบางจุดของโครงร่างชิ้นงาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนแต่ละกลุ่มได้มีโอกาสพูดคุย สื่อสาร แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันต่อแนวคิดที่จะนำมาสร้างโมเดลชิ้นงานเพื่อให้ตอบสนองต่อสถานการณ์ปัญหาและเงื่อนไขที่ผู้สอนกำหนด ซึ่งการที่นักเรียนแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองออกมานั้นจะช่วยให้แนวคิดในการสร้างโมเดลชิ้นงานของกลุ่มมีความหลากหลายเนื่องจากการผสมผสานข้อคิดเห็นของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มลงไปทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการของการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ 4 ตั้งแต่วงจรปฏิบัติการที่ 1 จนถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3

ในส่วนด้านการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอยู่ในระดับที่ 4 กล่าวคือ นักเรียนสามารถเลือกใช้วัสดุลดการเกิดของเสียได้ทั้งหมดในการสร้างชิ้นงาน ทั้งนี้เนื่องมาจากในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยได้เตรียมข้อมูลประเภทของวัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (วัสดุรีไซเคิล) หรือวัสดุจากธรรมชาติมาเป็นข้อมูลให้นักเรียนศึกษาในขั้นสร้างแนวคิด ประกอบกับนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจถึงลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงลักษณะโมเดลชิ้นงานที่ต้องใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสียหรือวัสดุจากธรรมชาติ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เลือกใช้วัสดุธรรมชาติที่พบเห็นในชีวิตประจำวันและมีอยู่เป็นจำนวนมากในท้องถิ่นของนักเรียน เช่น ไม้ไผ่ ไม้กระถิน เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Vivian (2019) ที่ศึกษาการออกแบบและสร้างสรรค์โมเดลของเล่นโดยใช้วัสดุจากธรรมชาติว่า การเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติในการสร้างสรรค์ชิ้นงานสามารถเพิ่มความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการลงมือปฏิบัติจริงของนักเรียนได้

ในด้านการนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านสังคม) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอยู่ในระดับ 4 กล่าวคือ นักเรียนนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นของตนเองมาผสมผสานในการสร้างโมเดลชิ้นงาน แต่หากพิจารณาในช่วงของวงจรปฏิบัติการจะพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการของด้านสังคมอยู่ในระดับ 3 ซึ่งหมายถึงนักเรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงานโดยนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมที่บุคคลอื่นรู้จักกันอย่างกว้างขวางมาประยุกต์ได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยนำมาเป็นสถานการณ์การสร้างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ โดยมีเงื่อนไขว่าอุปกรณ์นั้นจะต้องเก็บขยะได้อย่างน้อย 2 ประเภท ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เลือกที่จะสร้างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะโดยใช้ไม้ไผ่เป็นวัสดุในการสร้างโมเดล โดยให้เหตุผลว่าเป็นวัฒนธรรมการนำไม้ไผ่มาสร้างเป็นอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะพบว่าในหลายพื้นที่มีการนำเอาไม้ไผ่มาสร้างเป็นเครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก ประกอบกับสถานการณ์ปัญหานั้นค่อนข้างนำแนวคิดสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานยากหากนักเรียนไม่มีข้อมูลวัฒนธรรมท้องถิ่นมากนักทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านสังคมอยู่ในระดับ 3 แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 สถานการณ์ที่ผู้วิจัยนำมาให้นักเรียนศึกษาเป็นสถานการณ์ที่มีความเป็นวัฒนธรรมท้องถิ่นเฉพาะพื้นที่ กล่าวคือ เป็นสถานการณ์งานเทศกาลกินปลาประจำปี ซึ่งภายในงานจะมีการนำวัฒนธรรมท้องถิ่นของแต่ละอำเภอมาจัดแสดงซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีประสบการณ์โดยตรงกับงานเทศกาลกินปลา โดยนักเรียนได้เรียนรู้วัฒนธรรมของแต่ละพื้นที่ผ่านการเที่ยวชมงาน ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำแนวคิดมาสร้างโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกเนื่องในงานเทศกาลกินปลาประจำปี 2567 ได้อยู่ในระดับ 4 ซึ่งภาระชิ้นงานที่ผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนออกแบบและสร้างสรรค์เป็นโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกซึ่งมีความใกล้เคียงกับช่วงวัยของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานโดยสอดคล้องกับ Stenberg (1995) โดยรวมแล้วสถานการณ์ปัญหาและเงื่อนไขที่ผู้วิจัยเลือกมีผลต่อการนำองค์ความรู้ด้านวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงาน โดยการเลือกสถานการณ์ปัญหานั้นควรเป็นสถานการณ์ที่มีวัฒนธรรมท้องถิ่นมาเกี่ยวข้องอยู่แล้ว หรือเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในเฉพาะพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งโดยเฉพาะ ประกอบกับการเรียนรู้หรือรู้จักวัฒนธรรมท้องถิ่นของตนเองมาก่อนแล้วจะช่วยให้สามารถนำเอาองค์ความรู้วัฒนธรรมท้องถิ่นของตนเองมาปรับประยุกต์ได้

ในด้านกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอยู่ในระดับ 2 กล่าวคือ นักเรียนจะระบุราคารวมที่ใช้ในการ

สร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานแต่ไม่ได้ชี้แจงรายละเอียดราคาของวัสดุแต่ละประเภท ซึ่งจะพบในวงจรปฏิบัติที่ 1 และ 2 เป็นส่วนใหญ่เนื่องจากนักเรียนยังขาดข้อมูลในด้านของราคาของวัสดุบางชนิดทำให้นักเรียนต้องประมาณการในลักษณะภาพรวมของราคาต้นทุนในแต่ละแบบร่าง แต่เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลของราคาวัสดุแต่ละประเภททำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการด้านเศรษฐกิจอยู่ในระดับ 4 ซึ่งพบมากในวงจรปฏิบัติการที่ 3 กล่าวคือ นักเรียนสามารถระบุราคาของวัสดุที่ใช้และแสดงวิธีการคำนวณต้นทุนออกมาได้อย่างถูกต้อง

ในส่วนของการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ มีประโยชน์และนำไปใช้ได้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในด้านนี้อยู่ในระดับ 2 กล่าวคือ นักเรียนสามารถออกแบบแนวคิดและสร้างสรรค์ผลงานที่มีความแปลกใหม่ มีประโยชน์สามารถนำมาใช้ได้จริง โดยสามารถบอกความแตกต่างของชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นกับชิ้นงานที่มีอยู่ก่อนแล้วได้อย่างน้อย 1 จุด ซึ่งพบว่าการที่นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอยู่ในระดับ 2 อาจมาจากการที่นักเรียนนำเอาประสบการณ์ที่เคยพบมาปรับให้มีความแตกต่างกันกับสิ่งที่มีอยู่ก่อนแล้ว หรืออาจมาจากการที่สถานการณ์ที่ผู้วิจัยนำมาเป็นปัญหาให้นักเรียนศึกษาเป็นสถานการณ์ที่มีชิ้นงานในลักษณะใกล้เคียงกับโมเดลที่ต้องการ ส่งผลให้นักเรียนมีการนำรูปแบบเดิมของชิ้นงานที่มีอยู่แล้วมาปรับเปลี่ยนให้มีความแตกต่างเพียงเล็กน้อย

ในด้านของการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอยู่ในระดับ 2 กล่าวคือ นักเรียนสามารถประเมินข้อดี ข้อจำกัด ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงโดยคำนึงด้านเศรษฐกิจ สังคม หรือสิ่งแวดล้อมได้ 1 ด้าน ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ได้แจ้งประเด็นการให้ข้อคิดเห็นให้นักเรียนได้รับทราบ ประกอบกับระยะเวลาที่มีไม่เพียงพอจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถสะท้อนข้อคิดเห็นได้ ผู้วิจัยจึงได้ปรับในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 โดยมีการชี้แจงประเด็นในการให้ข้อคิดเห็น ข้อดี ข้อจำกัด ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงโดยคำนึงด้านเศรษฐกิจ สังคม หรือสิ่งแวดล้อมโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ปรับเพิ่มระยะเวลาและให้เวลาแก่นักเรียนแต่ละกลุ่มพูดคุยเพื่อสรุปประเด็นข้อคิดเห็นที่มีต่อกลุ่มเพื่อนที่นำเสนอไปแล้วเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Greenstein (2012) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนได้พูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการประเมินและปรับปรุงแนวคิด ซึ่งส่งผลให้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับ 4 กล่าวคือ นักเรียนสามารถประเมินข้อดี ข้อจำกัด และเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมได้อย่างครบถ้วน

เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นรายบุคคล จะเห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มากที่สุด อยู่ในระดับ 4 แต่น้อยกว่าในวงจรปฏิบัติภารกิจที่ 2 และ 3 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่นักเรียนต้องทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นรายบุคคล ขาดการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิกในกลุ่มทำให้ชิ้นงานที่นักเรียนตั้งใจออกแบบเป็นความคิดและประสบการณ์ของนักเรียนเพียงคนเดียว ซึ่งแต่ละคนอาจพบเจอประสบการณ์ที่น้อยซึ่งสอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ (2547) สำหรับการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย เป็นองค์ประกอบที่มีพัฒนาการรองลงมา ซึ่งเป็นไปได้ว่านักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ได้เลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติมาสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานจากวงจรปฏิบัติภารกิจทั้ง 3 วงจรปฏิบัติภารกิจ ซึ่งนับว่านักเรียนได้นำประสบการณ์หรือความรู้เดิมของนักเรียนมาเชื่อมโยงสู่สถานการณ์ใหม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ อวิศยา สันคม (2566) จึงทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสียในระดับ 4 ร้อยละ 57.89 ในด้านกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เป็นไปได้ว่านักเรียนผ่านกระบวนการในการประมาณราคาวัสดุแต่ละชนิดที่เลือกใช้โมเดลชิ้นงานมาแล้วทำให้นักเรียนเข้าใจในกระบวนการมากขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านกระบวนการประมาณการต้นทุนในระดับ 4 ร้อยละ 18.42 ด้านการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ได้ เป็นไปได้ว่าการที่นักเรียนต้องทำแบบทดสอบเพียงคนเดียวโดยที่ไม่มีารพูดคุย แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับเพื่อนจึงทำให้การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ออกมาอยู่ในระดับ 4 ร้อยละ 18.42 และในระดับ 3 ร้อยละ 39.47

ในส่วนของการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม พบว่านักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับ 4 ร้อยละ 13.16 อาจเป็นไปได้ว่านักเรียนไม่ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือข้อดี ข้อจำกัดในชิ้นงานของตนเองทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมดั่งข้างต้น หากนักเรียนได้พูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน จะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการประเมินและปรับปรุงแนวคิดได้ ส่วนองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่มีการพัฒนาน้อยที่สุด คือ การนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการพูดคุย แลกเปลี่ยนกันในส่วนของวัฒนธรรมหรือสถานการณ์ในท้องถิ่นของตน เป็นไปได้ว่าเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเพียงคนเดียวและไม่สามารถพูดคุย โต้ตอบกับเพื่อนทำให้ไม่เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูล

ด้านวัฒนธรรมท้องถิ่นจึงทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในระดับ 4 ร้อยละ 10.53 และในระดับ 3 ร้อยละ 34.21

ในภาพรวมพบว่าหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการนั้นสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การแบ่งกลุ่มนักเรียนสำหรับการทำกิจกรรมควรแบ่งกลุ่มแบบคละชาย หญิง เนื่องจากเพศชายและเพศหญิงมีประสบการณ์หรือความถนัดที่แตกต่างกัน การแบ่งกลุ่มแบบคละชาย หญิงจะช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้องค์ความรู้หลักการเครื่องกลอย่างง่ายและสามารถลงมือสร้างโมเดลชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ในขั้นสร้างแนวคิดครูผู้สอนควรที่จะตรวจสอบแนวคิดที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สร้างขึ้น เพื่อดูว่านักเรียนสามารถนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้ได้อย่างถูกต้องหรือไม่

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการพัฒนาในด้านความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ครูควรกำหนดเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนอย่างชัดเจนเพื่อผลการวิจัยที่ครอบคลุมในทุกองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

2.2 การประเมินความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนอาจมีแนวทางหรือรูปแบบการวัดและประเมินผลเพื่อผลการวิจัยที่มีความครบถ้วนและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน อาจมีการเพิ่มเครื่องมือวัด เช่น แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เป็นต้น

บรรณานุกรม



- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัลทิมา พิชัย, บก. *ศาสตร์พระราชานำมาซึ่งการพัฒนาที่ยั่งยืน: รวมบทความวิจัย บทความวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ประจำปี พ.ศ.2560*. (1). เชียงใหม่: สมพรการพิมพ์
- จิตรลัดดา มะลัยทอง. (2564). *การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ชลธิป สมานีโต. (2022). *การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาปฐมวัย*. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 30(2), 102-111.
- ชาญชัย จิตรเหล่าอาพร, จิตาภา ถิรศิริกุล, และสกล สุขเสริมส่งชัย. (2564). *การพัฒนาที่ยั่งยืนและการเปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจโลก*. *วารสารวิชาการไทยวิจัยและการจัดการ*, 2(3), 77-93.
- ดวงเดือน ศาสตร์ภทร. (2557). *การคิดสร้างสรรค์*. *วารสารสุขภาพกับการจัดการสุขภาพ*. 1(1). 10-23.
- ประจักษ์ ปฏิทัศน์. (2559). *การคิดเชิงระบบและความคิดสร้างสรรค์ (Systematic and Creative Thinking)*. กรุงเทพฯ: บริษัท โอ. เอส. พรินติ้ง เฮาส์ จำกัด.
- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2545). *ความคิดสร้างสรรค์ : พหุสัจธรรมที่พัฒนาได้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ปรานวดี อุ่นญาติ. (2564). *ผลของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคแคมเปอร์ (SCAMPER) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปัญจนาฏ วรวัฒน์ชัย. (2021). *ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์*. *ครุศาสตร์สาร*, 15(1), 45-55
- พรภัทร จตุพร. (2563). *เครื่องมือการคิดออกแบบเพื่อส่งเสริมครูนักคิดออกแบบ: การวิจัยการคิดออกแบบ*. วิทยานิพนธ์. คณะครุศาสตร์ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พิมพ์ชนก แพงไตร. (2558). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดแก้ปัญหาขนาดตามแนวคิดทอแรนซ์ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ. (2561). จากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการสืบเสาะสู่สะเต็มศึกษา และการออกแบบ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 20(1), 246-260.
- วจี ปัญญาใส. (2556). เทคนิคและวิธีการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์. วารสารราชภัฏอุตรดิตถ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 11(1), 31-48.
- วัฒนาพร ระวังทุกข์. (2563). สมรรถนะเด็กไทยในโลกยุคพลิกผัน (VUCA World). วารสารครูสภา วิทยาจารย์, 1(1), 8-18.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2567). การเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ (Creative Learning). (4). กรุงเทพฯ: จรัสสนิทวงศ์การพิมพ์
- ศุธิดา อัจตะนงค์. (2565). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (TCDC). (2560). DESIGN THINKING: LEARNING BY DOING การคิดเชิงออกแบบเรียนรู้ด้วยการลงมือทำ. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2565. แหล่งที่มา : <https://resource.tcdc.or.th/ebook/Design.Thinking.Learning.by.Doing.pdf>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2020). กระบวนการคิดเชิงออกแบบ. สืบค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2565. แหล่งที่มา : <https://idm.in/github>.
- สมโภชน์ พูลเขตกิจ. (2563). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเชิงออกแบบเพื่อเสริมสร้างทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สายสุนีย์ กลิ่นสุคนธ์. (2545). ผลของการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ่อนาคราชสาวยานานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ. สารนิพนธ์. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2556). วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน. สืบค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2566, จาก <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2014/20140404-sustainable-development.pdf>
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ. สืบค้น 10 กรกฎาคม 2566, จาก https://www.stou.ac.th/Offices/Oaa/OaaOldPage/Professional/Train_Professional/oaainfo/oa/Dept/Dept04/webcur63/Rule_MU/Plan_Inter2560-2579.pdf
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานนายกรัฐมนตรี. (2565). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566—2570). ราชกิจจานุเบกษา. สิริินภา กิจเกื้อกูล. (2562). การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 1). พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อารี พันธุ์ณี. (2545). *ฝึกคิดให้เป็น คิดให้สร้างสรรค์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: บริษัท ไยไหม ศรีเอทีพี กรุ๊ป จำกัด
- Amabile, T.M. (2012). Componential theory of Creativity. *Working paper Harvard business School*, 12(96), 4.
- Anna, M. K., & Panagiotis, E. P. (2021). The Sustainability of Creativity. *Journal of Sustainability*, 13(5), 1-15
- Anna, M., & Iwona O. (2020). Creativity for Sustainability: How Do Polish Teachers Develop Students' Creativity Competence? Analysis of Research Results. *Journal of Sustainability*, 13(2), 571
- Brem, A., & Diaz, R. P. (2020). Creativity, Innovation, Sustainability: A Conceptual Model for Future Research Efforts. *Journal of Sustainability*, 12(3139), 1-5
- Brem, A., & Diaz, R. P. (2020). Creativity, Innovation, Sustainability: A Conceptual Model for Future Research Efforts. *Journal of Sustainability*, 12(3139), 1.
- Department of Global Communications. (2023). *WHAT IS SUSTAINABLE DEVELOPMENT?* Retrieved from https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2023/08/SustDev_Explainer.pdf

- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R.w., & Mamlok – Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1.
- Francisco, Z. P., & Jesus, S. M. (2019). Teaching for a Better World. Sustainability and Sustainable Development Goals in the Construction of a Change-Maker University. *Journal of Sustainability*, 11(15), 1-15
- Francisco, Z. P., & Jesus, S. M. (2019). Teaching for a Better World. Sustainability and Sustainable Development Goals in the Construction of a Change-Maker University. *Journal of Sustainability*, 11(15), 1-15.
- Hans, D., (2019). The Relationship between Sustainability and Creativity. *Journal of Sustainable development*, 4(1), 65-73
- Hans, D., (2019). The Relationship between Sustainability and Creativity. *Journal of Sustainable development*, 4(1), 68.
- IDEO Toolkit. (2012). *Design thinking for educators*. Retrieved from https://www.academia.edu/7856850/Design_Thinking_for_Educators_2nd_Edition
- Kristen. (2019). *Do You Have the 21st Century Skills Today Employers Are Seeking?* . Retrieved from <https://www.rasmussen.edu/student-experience/college-life/21st-century-skills/>
- Kristen. (2019). Do You Have the 21st Century Skills Today Employers Are Seeking?. *Online*. Retrieved July 3, 2023. from : <https://www.rasmussen.edu/student-experience/college-life/21st-century-skills/>.
- Maureen, C., Shelley G., Leticia B., Jaime K., Adam R., & Michael H. (2010). Destination, Imagination and the Fires Within: Design Thinking in a Middle School Classroom. *Journal of Art & Design Education*, 29(1), 37-53.
- Organization for Economic Cooperation and Development. (2020). *Observatory of Public Sector Innovation From Transactional to Strategic: systems approaches to public service challenges*. Retrieved from https://www.oecd.org/media/oecdorg/satellitesites/opsi/contents/images/h2020_systemsthinking-fin.pdf

- Organization for Economic Cooperation and Development. (2021). *PISA 2021 CREATIVE THINKING FRAMEWORK (THIRD DRAFT)*. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA-2021-creative-thinking-framework.pdf>
- Organization for Economic Cooperation and Development. (2022). *THINKING OUTSIDE THE BOX*. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/innovation/creative-thinking/>.
- Organization for Economic Cooperation and Development. (2022). *THINKING OUTSIDE THE BOX*. *Online*. Retrieved June 25, 2023. from: <https://www.oecd.org/pisa/innovation/creative-thinking/>.
- Rabab, S. & Alexander B. (2023). Creativity for sustainability: An integrative literature review. *Journal of Cleaner Production*, 388(135848), 1-11
- Rabab, S. & Alexander B. (2023). Creativity for sustainability: An integrative literature review. *Journal of Cleaner Production*, 388(135848), 1-11.
- Razali, N. H., Ali, N. N. N., Safiyuddin, S. K., & Khalid, F. (2022). *Design Thinking Approaches in Education and Their Challenges: A Systematic Literature Review*. *Creative Education*, 13, 2289-2299. Retrieved from <https://doi.org/10.4236/ce.2022.137145>
- Teaching & Learning Lab. (2015). *Design thinking in Education*. *Online*. Retrieved June 25, 2023. from : <https://tll.gse.harvard.edu/sites/projects.iq.harvard.edu/files/hgsetll/files/designthinkingeducation.pdf>.
- Teaching & Learning Lab. (2015). *Design thinking in Education*. Retrieved from <https://tll.gse.harvard.edu/sites/projects.iq.harvard.edu/files/hgsetll/files/designthinkingeducation.pdf>
- Teaching & Learning Lab. (2023). *Design Thinking in Education*. Retrieved from <https://tll.gse.harvard.edu/design-thinking>
- Tsoukas, H. (2009). A Dialogical Approach to the Creation of New Knowledge in Organizations. *Organization Science*, 20(6), 941 – 951.

- Vivian M.Y.Cheng. (2019). Developing individual creativity for environmental sustainability: Using an everyday theme in higher education. *Journal of Thinking Skills and Creativity*, 33(100567), 1-21.
- Vivian M.Y.Cheng. (2019). Developing individual creativity for environmental sustainability: Using an everyday theme in higher education. *Journal of Thinking Skills and Creativity*, 33(100567), 1.
- Watson, M. K., Barrella, E., Wall, T., Noyes, C., & Rodgers M. (2017). A Rubric to Analyze Student Abilities to Engage in Sustainable Design. *Journal of Advance in Engineering Education*, 6(1), 1-25
- Watson, M. K., Barrella, E., Wall, T., Noyes, C., & Rodgers M. (2017). A Rubric to Analyze Student Abilities to Engage in Sustainable Design. *Journal of Advance in Engineering Education*, 6(1), 1-25.
- Wicks, D., & Paulus Jr, M.J. (2022). 21st Century Learning Skills and Artificial Intelligence. AI, Faith, and the Future: An Interdisciplinary Approach, 152.
- WORLD ECONOMIC FORUM. (2023). *Future of Job Report 2023*. Retrieved from https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf?_gl=1*1guxrx6*_up*MQ.&gclid=CjwKCAjw6eWnBhAKEiwADpnw9s8SIOfA3zehI6o6U_pDlnQ39RQ9J-Bd0X9bNk
- Yang, C.M. (2018). Applying Design Thinking as a Method for Teaching Packaging Design. *Journal of Education and Learning*, 7(5), 52-61.
- Ying, D., & Shyh, H. H. (2019). Technique, Creativity, and Sustainability of Bamboo Craft Courses: Teaching Educational Practices for Sustainable Development. *Journal of Sustainability*, 11(9), 1-21.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยพระนคร

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ได้แก่

1. ดร.สุริยา ชาปุ
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
2. นางประพาพรรณ พูลเจริญศิลป์
ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสิงห์บุรี
3. นายอรุณรัชต์ ศาสตร์สกุล
ศึกษานิเทศก์ชำนาญการ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสิงห์บุรี



ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบ เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชา วิทยาศาสตร์ (ว22102)
ปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 Zero Heroes ลดขยะ จำนวน 4 คาบ/สัปดาห์
ผู้สอน นางสาวศิริลักษณ์ ไช้แก้ว วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 2.3 ม.2/2 วิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 2.3 ม.2/3 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่าย โดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

งานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่า กำลัง หลักการทำงานของงานนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน พื้นเอียง รอกเดี่ยว ลิ่ม สกรู ล้อและเพลา ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 นักเรียนวิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน พื้นเอียง รอกเดี่ยว ลิ่ม สกรู ล้อและเพลา

1.2 นักเรียนอธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน พื้นเอียง รอกเดี่ยว สกรู ลิ้ม ล้อและเพลาในชีวิตประจำวันได้

2. ด้านทักษะ (P)

2.1 นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาที่กำหนดโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายได้

2.2 นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 แนวคิดที่แตกต่างกัน (การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย)

2.3 นักเรียนค้นพบแนวคิดที่แปลกใหม่และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (การสร้างแนวคิดที่สร้างสรรค์)

2.4 นักเรียนสามารถประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงานในหัวข้อ Zero Heroes ลดขยะ ได้ (ด้านเศรษฐกิจ)

2.5 นักเรียนนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ผลงาน (ด้านสังคม)

2.6 นักเรียนเลือกใช้วัสดุที่ปลอดภัย ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม หรือเลือกใช้วัสดุที่ลดการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติ (ด้านสิ่งแวดล้อม)

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 นักเรียนเปิดใจรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดี และข้อจำกัดจากสมาชิกเพื่อนในกลุ่ม และผู้อื่น

สาระการเรียนรู้

ในการทำงานที่ต้องยกของหนัก ๆ เราอาจจะมีกำลังไม่พอที่จะยกสิ่งของเหล่านั้น จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่มาช่วยในการทำงาน เครื่องมือที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยเหลือการทำงานหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน เราเรียกว่า เครื่องกล (machine)

การออกแรงเพื่อทำงานต่อเครื่องกลจะเป็นไปตามกฎของงาน ที่กล่าวว่า “ถ้าเครื่องกลไม่มีความฝืด งานที่ให้แก่เครื่องกลจะเท่ากับงานที่ได้รับจากเครื่องกล หรืองานที่ทำโดยแรงพยายาม จะเท่ากับงานที่ทำโดยแรงต้านทาน”

1. คาน (Lever)

คาน (Lever) เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นวัตถุแท่งยาว คานที่ใช้ในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท แต่ละประเภทเรียกว่า อันดับ ได้แก่

คานอันดับหนึ่ง เป็นคานที่มีจุดหมุน (F) อยู่ระหว่างแรงพยายาม (E) กับแรงต้านทาน (W) สังเกตได้ว่า ทั้งแรงพยายามและแรงต้านทานกระทำกับคานในทิศทางเดียวกัน เครื่องใช้ที่จัดได้ว่าเป็นคานอันดับหนึ่ง ได้แก่ ครกกระเดื่อง กระจาดนกก กรรไกรตัดผ้า คีมตัดลวด ชะแลง ค้อน ฆ้องกรับ เครื่องชั่ง และค้อนโยกสูบน้ำ

คานอันดับที่สอง เป็นคานที่มีแรงต้าน (W) อยู่ระหว่างแรงพยายาม (E) กับจุดหมุน (F) สังเกตได้ว่า แรงต้านทานและแรงพยายามกระทำกับคานในทิศทางตรงกันข้าม เครื่องใช้ที่จัดได้ว่าเป็นคานอันดับสอง ได้แก่ การเปิด-ปิดประตูหรือหน้าต่างบานพับ รถเข็นดิน กรรไกรผ่าหมาก ที่บีบเปลือกลูกนัต ที่ตัดกระดาษ ที่เปิดฝาขวดน้ำอัดลม และที่ทับกล้วยปิ้ง

คานอันดับที่สาม จะมีแรงพยายาม (E) อยู่ระหว่างแรงต้านทาน (W) กับจุดหมุน (F) ให้สังเกตว่าแรงพยายามและแรงต้านทานกระทำกับคานในทิศทางตรงกันข้าม เครื่องใช้ที่จัดได้ว่าเป็นคานอันดับที่สามได้แก่ ตะเกียบ ไม้กวาด ปากกา คีมคีบน้ำแข็ง คีมคีบถ่านอ่อน ช้อน เบ็ดตกปลา และไม้ตีชอกกี

2. พื้นเอียง (inclined plane)

พื้นเอียง (inclined plane) เป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรงในการทำงาน พื้นเอียงช่วยในการทำงานยกวัตถุขึ้นที่สูงโดยออกแรงน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุ ถ้าพื้นเอียงมาก ก็ยิ่งผ่อนแรงได้มาก เครื่องกลประเภทนี้ เช่น บันได บันไดเลื่อน สะพานขึ้น-ลง

3. รอก (pulley)

รอก (pulley) เป็นเครื่องกลที่มีลักษณะล้อมรอบด้วยล้อ มีเชือกพาดล่อใช้สำหรับยกหรือดึงวัตถุ เมื่อใช้รอกเพียงตัวเดียว จะเรียกว่ารอกเดี่ยว และเมื่อพิจารณาตามลักษณะการทำงานแล้วจะแบ่งรอกเดี่ยวออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

3.1 รอกเดี่ยวตายตัว เป็นรอกที่ถูกตรึงอยู่กับที่ใช้เชือกหนึ่งเส้นพาดรอบล้อ โดยปลายข้างหนึ่งผูกติดกับวัตถุปลายอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับดึง เมื่อดึงวัตถุขึ้นในแนวตั้ง แรงที่ใช้ดึงมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ

3.2 รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ เป็นรอกที่เคลื่อนที่ได้ขณะใช้งาน วัตถุผูกติดกับตัวรอก ใช้เชือกหนึ่งเส้นพาดรอบล้อ โดยปลายข้างหนึ่งผูกติดกับเพดาน ปลายอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับดึง เมื่อดึงวัตถุขึ้นในแนวตั้งแรงที่ใช้ดึงมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของน้ำหนักของวัตถุ

4. ลิ่ม (wedge)

ลิ่ม (wedge) เป็นเครื่องกลที่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม ด้านบนเป็นสันหนากว่าด้านล่าง อาจทำจากไม้หรือโลหะ ใช้สำหรับตอกลงในเนื้อของวัตถุ เพื่อให้เนื้อของวัตถุแยกออกจากกัน เครื่องกลประเภทเดียวกับลิ่ม เช่น ขวาน มีด สิว

5. สกรู (screw)

สกรู (screw) เป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรงมีรูปร่างคล้ายบันไดเวียน สกรูจึงมีลักษณะเป็นเกลียว สกรูที่เห็นได้ทั่วไป เช่น ตะปูควง สว่านเจาะไม้ แม่แรง

6. ล้อและเพลา (wheel and axel)

ล้อและเพลา (wheel and axle) เป็นเครื่องกลที่ประกอบไปด้วยล้อและเพลาติดอยู่ด้วยกัน มีแกนหมุนร่วมกัน ใช้เชือกสองเส้น เส้นหนึ่งพันรอบล้อ อีกเส้นหนึ่งพันรอบเพลาในทิศสวนทางกัน เมื่อแรงพยายามดึงปลายเชือกที่พันรอบล้อลง ก้อนน้ำหนักซึ่งผูกติดกับปลายเชือกที่พันรอบเพลา ก็จะเคลื่อนที่ขึ้น เครื่องกลประเภทล้อและเพลา เช่น กว้านสมอเรือ ที่ลิบรถจักรยาน

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นทำความเข้าใจ (Empathize) (10 นาที)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการนำภาพข่าว “จังหวัดสิงห์บุรี เปิดงานเทศกาลกินปลา ประจำปี” ซึ่งเป็นงานเทศกาลที่จัดขึ้นเป็นประจำทุกปีภายในงานมีขบวนแห่จากอำเภอทั้ง 6 อำเภอ ที่นำของดีของแต่ละอำเภอมาประกอบขบวน มีการแสดงประกอบ การแสดงบนเวทีกลาง การนำสินค้าของดีเมืองสิงห์บุรี มาจำหน่ายในราคาถูกให้เป็นของขวัญของฝากในช่วงเทศกาลปีใหม่ โดยงานจัดที่บริเวณศูนย์ราชการ ศาลากลางจังหวัดสิงห์บุรี อยู่ห่างถนนสายเอเชียประมาณ 100 เมตร



ภาพ การนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง Zero Heroes ลดขยะ

1.2 จากนั้นครูสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับประสบการณ์การไปเที่ยวงานเทศกาลกินปลาประจำปี ว่านักเรียนพบเห็นสินค้าหรือของฝากชนิดใดบ้าง (แนวการตอบ: นักเรียนตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน)

1.3 ครูนำภาพอุปกรณ์ของเล่นหรือของที่ระลึกที่พบได้ในชีวิตประจำวันมาให้ นักเรียนดู จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนดังนี้

1.3.1 จากภาพลักษณะของเล่นหรือของที่ระลึกที่นักเรียนเห็นข้างต้น มีลักษณะอย่างไร (แนวการตอบ: ภาพ A มีลักษณะคล้ายกระดานหก และมีล้อเลื่อนที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ส่วนภาพ B มีลักษณะเป็นตุ๊กตาไม้ที่สามารถหมุนได้)



ภาพประกอบของเล่นหรือของที่ระลึก

1.4 ครูอธิบายเพิ่มเติมจากภาพของเล่นหรือของที่ระลึกข้างต้นว่า “ภาพ A คือ ตุ๊กตาหมาแมวกระดก และ ภาพ B คือ ตุ๊กตาคนหมุน เป็นตัวอย่างการนำหลักการเครื่องกลอย่างง่าย มาใช้ในชีวิตประจำวัน” จากนั้นอธิบายว่า “เครื่องกลอย่างง่าย เป็นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยผ่อนแรง หรืออำนวยความสะดวกในการทำงานในชีวิตประจำวัน เป็นอุปกรณ์หรือกลไกพื้นฐานที่เปลี่ยนแปลงทิศทางหรือขนาดของแรงเพื่อทำงานได้ง่ายขึ้น โดยที่ไม่เปลี่ยนแปลงปริมาณงานที่ทำ ซึ่งเครื่องกลอย่างง่ายมีอยู่ด้วยกัน 6 ประเภท ได้แก่ คาน, พื้นเอียง, รอก, ลิ่ม, ล้อและเพลา, สกรู”

1.5 ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนว่า “ศูนย์ราชการประจำจังหวัดสิงห์บุรีได้ขอความร่วมมือให้โรงเรียนในเขตพื้นที่จังหวัดสิงห์บุรี ออกแบบและสร้างชิ้นงานที่เป็นของที่ระลึก

เนื่องในงานเทศกาลกินปลาประจำปี 2567 โดยของที่ระลึกจะต้องทำจากวัสดุเหลือใช้จากโรงเรียน หรือในครัวเรือนของนักเรียน และสื่อถึงจังหวัดสิงห์บุรี อีกทั้งเลือกใช้วัสดุในการสร้างชิ้นงานที่ปลอดภัย ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมถึงนำวัฒนธรรมท้องถิ่นของตนมาผสมผสานในการสร้างชิ้นงาน และนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่าย มาใช้ในการออกแบบ”

2. ชั้นนิยามปัญหา (Define) (10 นาที)

2.1 แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 6 – 7 คน จากนั้นร่วมกันนำข้อมูลที่ครูได้กำหนดจากสถานการณ์ข้างต้นมาเขียนลงบนกระดาษโน้ต (post - it) สมาชิกพูดคุยภายในกลุ่มเพื่อสรุปประเด็นสำคัญ ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด รวมถึงลักษณะการออกแบบชิ้นงาน และบันทึกลงในใบกิจกรรม เรื่อง Zero Heroes ลดขยะ

3. ชั้นสร้างแนวคิด (Ideate) (40 นาที)

3.1 นักเรียนช่วยกันระดมความคิดภายในกลุ่มของตนเองและร่วมกันสร้างแนวคิดในการออกแบบและสร้างของที่ระลึก โดยสร้างแนวคิดที่แตกต่างกันออกไปอย่างน้อย 3 แนวคิด โดยแต่ละแนวคิดจะต้องระบุวัสดุที่ใช้ในการออกแบบชิ้นงาน พร้อมสาเหตุที่เลือกใช้วัสดุชนิดนั้น ๆ (ด้านสิ่งแวดล้อม) ความเกี่ยวเนื่องกับการดำรงชีวิตหรือวิถีชีวิตของท้องถิ่นหรือชุมชน (ด้านสังคม) และแสดงขั้นตอนกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ)

3.2 นักเรียนบันทึกผลลงในใบกิจกรรม โดยครูจะเดินดูแนวคิดในการออกแบบของนักเรียนและพูดคุยซักถามถึงประเด็นต่าง ๆ กับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

4. ชั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) (120 นาที)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือก 1 แนวคิดจากแนวคิดที่สร้างขึ้นได้ ซึ่งเป็นแนวคิดที่สมาชิกในกลุ่มชื่นชอบ และสนใจที่จะนำมาสร้างของที่ระลึก จากนั้นร่างต้นแบบของแนวคิดที่นักเรียนเลือกลงบนกระดาษที่ครูเตรียมไว้ เพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน

4.2 นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันสร้างของเล่นหรือของที่ระลึก เนื่องในงานเทศกาลกินปลาประจำปี 2567 โดยเลือกใช้วัสดุ-อุปกรณ์ให้ตอบสนองกับความต้องการ แบบงานของกลุ่มตนเอง

5. ชั้นทดสอบ (Test) (60 นาที)

5.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและทดสอบของที่ระลึก เนื่องในงานเทศกาลกินปลา ประจำปี 2567 หน้าชั้นเรียน กลุ่มละไม่เกิน 5 นาที

5.2 จากนั้นครูเลือกตัวแทน 2 กลุ่ม ให้บอกข้อดี ข้อจำกัด และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขผลงานของกลุ่มที่นำเสนอและบันทึกข้อลงในใบกิจกรรม

5.3 หลังจากนำเสนอผลงานครบทุกกลุ่มแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมผลงานและใบกิจกรรมส่งครูผู้สอน

สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ของ สสวท.
2. หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ พัฒนาวิชาการ
3. <https://www.tnnthailand.com/news/local/134307/>
4. ใบความรู้ เรื่อง หลักการของเครื่องกลอย่างง่าย 6 ประเภท

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | การวัดผล | การประเมินผล |
|--|--|---|
| ด้านความรู้ (K) 1. นักเรียนวิเคราะห์หลักการ ทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน พื่นเอียง รอกเดี่ยว ลิ่ม สกรู ล้อและเพลา 2. นักเรียนอธิบายหลักการ ทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน พื่นเอียง รอกเดี่ยว ลิ่ม สกรู ล้อ และเพลาในชีวิตประจำวันได้ | ตรวจสอบจากใบกิจกรรมและ ชิ้นงานของนักเรียน | ประเมินผลโดยการวิเคราะห์ ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อดูความคิดสร้างสรรค์เพื่อ การพัฒนาอย่างยั่งยืนของ นักเรียน |
| ด้านทักษะ (P) 1. นักเรียนสามารถสืบค้น ข้อมูลเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาที่ กำหนดโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ หลักการของเครื่องกลอย่างง่าย | | |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | การวัดผล | การประเมินผล |
|--|----------|--------------|
| <p>ได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 แนวคิดที่แตกต่างกัน (การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย)</p> <p>3. นักเรียนค้นพบแนวคิดที่แปลกใหม่และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (การสร้างแนวคิดที่สร้างสรรค์)</p> <p>4. นักเรียนสามารถประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงานในหัวข้อ Water delivery ได้ (ด้านเศรษฐกิจ)</p> <p>5. นักเรียนนำเสนอสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ผลงาน (ด้านสังคม)</p> <p>6. นักเรียนเลือกใช้วัสดุที่ปลอดภัย ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ และสิ่ง แวดล้อม หรือเลือกใช้วัสดุ ที่ ล ด ก า ร สู ญ เสี ย ทรัพยากรธรรมชาติ (ด้านสิ่งแวดล้อม)</p> | | |
| <p>ด้านคุณลักษณะ (A)</p> <p>1. นักเรียนเปิดใจรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดี และข้อจำกัดจากสมาชิกเพื่อนในกลุ่มและผู้อื่น</p> | | |



ใบกิจกรรม



กิจกรรม “Zero Heroes ลดขยะ”

สมาชิกกลุ่ม

| | | | |
|---|-------|--------|-------|
| 1 | ..... | เลขที่ | ..... |
| 2 | ..... | เลขที่ | ..... |
| 3 | ..... | เลขที่ | ..... |
| 4 | ..... | เลขที่ | ..... |
| 5 | ..... | เลขที่ | ..... |
| 6 | ..... | เลขที่ | ..... |
| 7 | ..... | เลขที่ | ..... |
| 8 | ..... | เลขที่ | ..... |

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำตามข้อคำสั่งใบกิจกรรมในหัวข้อต่าง ๆ ต่อไปนี้

- จากสถานการณ์ข้างต้น กลุ่มของนักเรียนคิดว่าปัญหาคืออะไร และต้องการ ออกแบบ ของเล่นหรือของที่ระลึกให้มีลักษณะอย่างไร

ปัญหา

.....

.....

ลักษณะ
ของชิ้นงาน
ที่ต้องการ
ออกแบบ

.....

.....

.....

.....

.....



2. จากสถานการณ์ข้างต้น กลุ่มของนักเรียนคิดว่าจะนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายชนิดใดบ้าง มาใช้ในการออกแบบของเล่นหรือของที่ระลึก พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกหลักการของเครื่องกลชนิดนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....



3. ให้นักเรียนออกแบบของเล่นหรือของที่ระลึก ที่แตกต่างกัน 3 แบบ โดยวาดรูปประกอบพร้อมอธิบายรายละเอียดพอสังเขปตามหัวข้อมต่อไปนี้

แบบที่ 1

แบบที่ 2

แบบที่ 3

วัสดุที่ใช้ :

.....

.....

.....

.....

.....

วัสดุที่ใช้ :

.....

.....

.....

.....

.....

วัสดุที่ใช้ :

.....

.....

.....

.....

.....

| | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| สาเหตุที่เลือกใช้วัสดุ : | สาเหตุที่เลือกใช้วัสดุ : | สาเหตุที่เลือกใช้วัสดุ : |
| ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- |



สถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นเรื่องใดที่นักเรียนนำมาประยุกต์ใช้กับชิ้นงาน

| | | |
|------------------|------------------|------------------|
| แบบที่ 1 : ----- | แบบที่ 2 : ----- | แบบที่ 3 : ----- |
| ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- |

การประมาณการต้นทุนในการสร้างของที่ระลึกแต่ละแบบร่าง



| | | |
|----------|----------|----------|
| แบบที่ 1 | แบบที่ 2 | แบบที่ 3 |
| | | |

4. ออกแบบโครงร่างของเล่นหรือของที่ระลึกเนื่องในงานเทศกาลกินปลาประจำปี
ก่อนนำไปสร้างโมเดล (ให้นักเรียนโยงลูกศรที่ชี้ให้เห็นถึงการนำหลักการของ
เครื่องกลอย่างง่ายมาประกอบ)

โครงร่างที่ 1



รายการวัสดุอุปกรณ์ที่นักเรียนเลือกใช้พร้อมสาเหตุในการเลือก

| รายการวัสดุอุปกรณ์ | เหตุผลที่เลือกใช้ |
|--------------------|-------------------|
| | |

4. ออกแบบโครงร่างของเล่นหรือของที่ระลึกเนื่องในงานเทศกาลกินปลาประจำปี
ก่อนนำไปสร้างโมเดล (ให้นักเรียนโยงลูกศรที่ชี้ให้เห็นถึงการนำหลักการของ
เครื่องกลอย่างง่ายมาประกอบ)

โครงร่างที่ 2



รายการวัสดุอุปกรณ์ที่นักเรียนเลือกใช้พร้อมสาเหตุในการเลือก

| รายการวัสดุอุปกรณ์ | เหตุผลที่เลือกใช้ |
|--------------------|-------------------|
| | |

4. ออกแบบโครงร่างของเล่นหรือของที่ระลึกเนื่องในงานเทศกาลกินปลาประจำปี
ก่อนนำไปสร้างโมเดล (ให้นักเรียนโยงลูกศรที่ชี้ให้เห็นถึงการนำหลักการของ
เครื่องกลอย่างง่ายมาประกอบ)

โครงร่างที่ 3



รายการวัสดุอุปกรณ์ที่นักเรียนเลือกใช้พร้อมสาเหตุในการเลือก

| รายการวัสดุอุปกรณ์ | เหตุผลที่เลือกใช้ |
|--------------------|-------------------|
| | |

5. จากการออกแบบของเล่นหรือของที่ระลึกเนื่องในงานเทศกาลประจำปี ที่แตกต่างกัน 3 แบบแล้วนั้น ให้นักเรียนเลือกแบบของที่ระลึกเนื่องในงานเทศกาลประจำปี 1 แบบ มาออกแบบโครงสร้างและสร้างโมเดลจำลอง

ของที่ระลึกเนื่องในงานเทศกาลกินปลาประจำปี ที่เลือก ได้แก่
แบบที่_____ เพราะ



6. ให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการปรับปรุงผลงานของเพื่อนกลุ่มอื่น
ในกรณีที่เพื่อนนำเสนอ

| | |
|----------------------------|--|
| ชื่อกลุ่ม : | |
| ชื่อผลงาน : | |
| ข้อดี | |
| ข้อจำกัด | |
| ข้อเสนอแนะการปรับปรุงผลงาน | |

| | |
|----------------------------|--|
| ชื่อกลุ่ม : | |
| ชื่อผลงาน : | |
| ข้อดี | |
| ข้อจำกัด | |
| ข้อเสนอแนะการปรับปรุงผลงาน | |

7. จากคำแนะนำของเพื่อนกลุ่มอื่น กลุ่มของนักเรียนจะมีแนวทางในการปรับปรุง
แก้ไขชิ้นงานอย่างไรบ้าง จงอธิบาย

แนวทางการปรับปรุง / แก้ไขชิ้นงาน

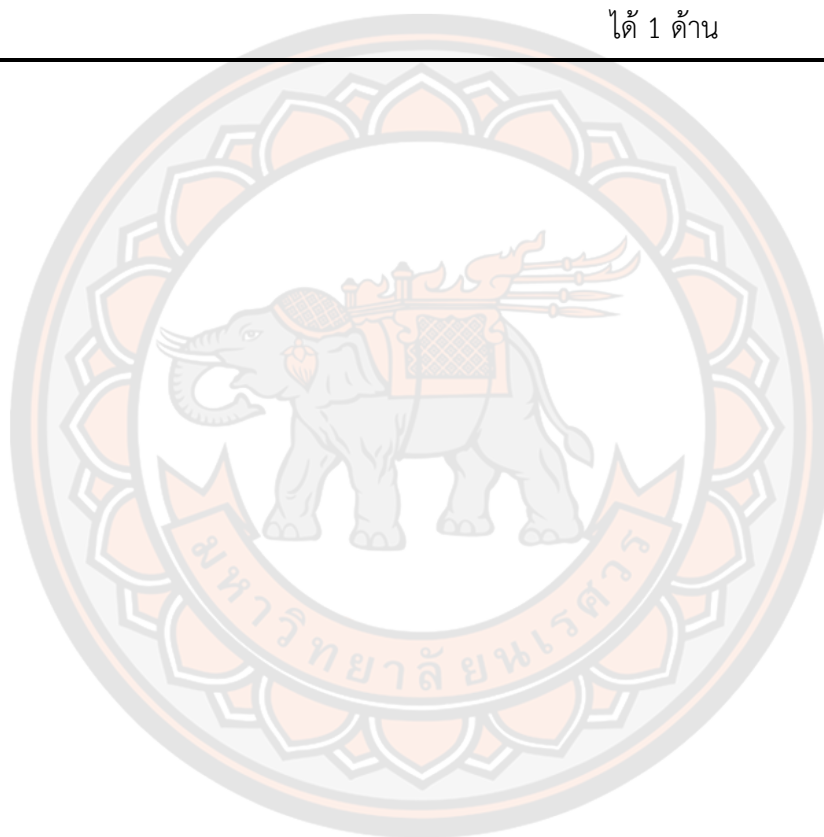


เกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมและชิ้นงานของนักเรียน

| ประเด็น การพิจารณา | ระดับ | | | |
|---|--|---|---|--|
| | ระดับ 4 | ระดับ 3 | ระดับ 2 | ระดับ 1 |
| 1. การสร้าง แนวคิดหรือ วิธีการแก้ปัญหา | นักเรียนสามารถ สร้างแนวคิดหรือ วิธีการแก้ปัญหาที่ แตกต่างกันได้ 3 แนวคิด | นักเรียนสามารถ สร้างแนวคิดหรือ วิธีการแก้ปัญหาที่ แตกต่างกันได้ 2 แนวคิด | นักเรียน สามารถสร้าง แนวคิดหรือ วิธีการแก้ปัญหา ได้ 1 แนวคิด | นักเรียนไม่มีการ สร้างแนวคิดหรือ วิธีการแก้ปัญหา เลย |
| 2. การออกแบบ และสร้างสรรค์ ผลงานที่แปลก ใหม่ มีประโยชน์ และสามารถ นำไปใช้ได้ | นักเรียนสามารถ ออกแบบแนวคิด และสร้างสรรค์ ผลงานที่มีความ แปลกใหม่ มี ประโยชน์สามารถ นำมาใช้ได้จริง โดยสามารถบอก ความแตกต่าง ของชิ้นงานที่นัก เรียนสร้างขึ้นกับ ชิ้นงานที่มีอยู่ก่อน แล้ว ได้อย่างน้อย 3 จุด | นักเรียนสามารถ ออกแบบแนวคิด และสร้างสรรค์ ผลงานที่มีความ แปลกใหม่ มี ประโยชน์สามารถ นำมาใช้ได้จริง โดยสามารถบอก ความแตกต่าง ของชิ้นงานที่ นักเรียนสร้างขึ้น กับชิ้นงานที่มีอยู่ ก่อนแล้ว ได้อย่าง น้อย 2 จุด | นักเรียน สามารถ ออกแบบ แนวคิดและ สร้างสรรค์ ผลงานที่มีความ แปลกใหม่ มี ประโยชน์ สามารถนำมาใช้ ได้จริง โดย สามารถบอก ความแตกต่าง ของชิ้นงานที่ นักเรียนสร้าง ขึ้น กับชิ้นงานที่ มีอยู่ก่อนแล้ว ได้อย่างน้อย 1 จุด | นักเรียนไม่มีการ สร้างสรรค์ผล งานที่แปลกใหม่ และไม่สามารถ นำมาใช้ประ โยชน์ได้ |
| 3. การเลือกใช้ วัสดุที่ลดการเกิด ของเสีย | นักเรียนสามารถ เลือกใช้วัสดุใน การสร้างสรรค์ | นักเรียนสามารถ เลือกใช้วัสดุใน การสร้างสรรค์ | นักเรียน สามารถเลือกใช้ วัสดุในการ | นักเรียนไม่ สามารถเลือกใช้ วัสดุในการสร้าง |

| ประเด็น การพิจารณา | ระดับ | | | |
|---|--|--|---|--|
| | ระดับ 4 | ระดับ 3 | ระดับ 2 | ระดับ 1 |
| (ด้านสิ่งแวดล้อม) | ผลงานที่ลดการ เกิดของเสียได้ ทั้งหมด | ผลงานโดยมีวัสดุ ที่ไม่สามารถรี ไซเคิลได้ 1 ชนิด | สร้างสรรค์ ผลงานโดยมี วัสดุที่ไม่ สามารถรีไซเคิล ได้ 2 ชนิด | สรรค์ผลงานที่ลด การเกิดของเสีย |
| 4. การนำ สถานการณ์หรือ วัฒนธรรมท้องถิ่น มาประยุกต์ใน การสร้างสรรค ผลงาน (ด้านสังคม) | นักเรียนสามารถ สร้างสรรค์ผลงาน โดยนำ สถานการณ์หรือ วัฒนธรรมท้องถิ่น ของตนเองมาประ ยุกต์ในการสร้าง สรรคผลงานได้ ถูกต้อง | นักเรียนสามารถ สร้างสรรค์ผลงาน โดยนำ สถานการณ์ หรือ วัฒนธรรมที่ บุคคลอื่นรู้จักกัน อย่างกว้างขวาง มาประยุกต์ได้ อย่างถูกต้อง | นักเรียน สามารถ สร้างสรรค์ ผลงานโดยนำ สถานการณ์หรือ วัฒนธรรมที่ บุคคลอื่นรู้จัก กันอย่าง กว้างขวางมา ประยุกต์ได้ ถูกต้องบางส่วน | นักเรียนไม่ได้นำ สถานการณ์หรือ วัฒนธรรม ท้องถิ่นของตน หรือที่บุคคลอื่น รู้จักอย่าง กว้างขวางมา ประยุกต์ในการ สร้างสรรค์ผล งาน |
| 5. กระบวนการ ประมาณการ ต้นทุนในการ สร้างสรรค์ชิ้น งาน (ด้านเศรษฐกิจ) | นักเรียนสามารถ ระบุราคาของวัสดุ ที่ใช้และแสดง วิธีการคำนวณ ต้นทุนออกมาได้ อย่างถูกต้อง | นักเรียนสามารถ ระบุราคาของวัสดุ ที่ใช้แต่ไม่แสดง วิธีการคำนวณ ต้นทุน | นักเรียน สามารถระบุ ราคารวมที่ใช้ สร้างสรรค์ ผลงานแต่ไม่ แสดงวิธีการ คำนวณต้นทุน | นักเรียนไม่มีการ ระบุราคาของ วัสดุที่ใช้และไม่ สามารถคำนวณ ต้นทุนออกมาได้ อย่างถูกต้อง |
| 6. การประเมิน ข้อดี ข้อจำกัด และข้อ เสนอแนะในการ ปรับปรุงผลงาน | นักเรียนสามารถ ประเมินข้อดี ข้อ จำกัด และเสนอ แนะการปรับปรุง แก้ไขความคิด | นักเรียนสามารถ ประเมินข้อดี หรือ ข้อจำกัด หรือ เสนอแนะการ ปรับปรุงแก้ไข | นักเรียน สามารถ ประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือเสนอแนะ | นักเรียนไม่มีการ ประเมินข้อดี ข้อจำกัด และไม่ สามารถเสนอ แนะการปรับปรุง |

| ประเด็น การพิจารณา | ระดับ | | | |
|---|--|--|---|--------------------------------|
| | ระดับ 4 | ระดับ 3 | ระดับ 2 | ระดับ 1 |
| โดยคำนึงถึงด้าน สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม | โดยคำนึงถึงด้าน เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ได้อย่างครบถ้วน | ความคิด โดย คำนึงถึงด้าน เศรษฐกิจ สังคม หรือสิ่งแวดล้อม ได้ 2 ด้าน | การปรับปรุง แก้ไขความคิด โดยด้าน เศรษฐกิจ สังคม หรือสิ่งแวดล้อม ได้ 1 ด้าน | แก้ไขความคิดที่ กำหนดให้ได้ |



ภาคผนวก ค ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง Water delivery

| รายการประเมินที่ | ระดับความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | ค่าเฉลี่ย | แปลผล |
|------------------|---------------------------------|---------|---------|-----|-----------|------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 1.1 | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 | เหมาะสมมาก |
| 1.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 1.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 1.4 | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.67 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2.1 | 4 | 4 | 4 | 12 | 4.00 | เหมาะสมมาก |
| 2.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2.4 | 4 | 4 | 4 | 12 | 4.00 | เหมาะสมมาก |
| 2.5 | 4 | 4 | 4 | 12 | 4.00 | เหมาะสมมาก |
| 3.1 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 3.2 | 4 | 4 | 4 | 12 | 4.00 | เหมาะสมมาก |
| 3.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 3.4 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.1 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.2 | 4 | 4 | 4 | 12 | 4.00 | เหมาะสมมาก |
| 4.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.4 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.5 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.6 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.7 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.1 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |

| รายการ ประเมินที่ | ระดับความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | ค่าเฉลี่ย | แปลผล |
|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|-----|-----------|------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 5.4 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.5 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 6.1 | 4 | 5 | 4 | 13 | 4.33 | เหมาะสมมาก |
| 6.2 | 5 | 4 | 5 | 14 | 4.67 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 6.4 | 4 | 4 | 4 | 12 | 4.00 | เหมาะสมมาก |
| 7.1 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 7.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 7.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| เฉลี่ย | 4.75 | 4.75 | 4.75 | | | |



ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง Trash pickup

| รายการประเมินที่ | ระดับความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | ค่าเฉลี่ย | แปลผล |
|------------------|---------------------------------|---------|---------|-----|-----------|------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 1.1 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 1.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 1.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 1.4 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2.1 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2.4 | 4 | 4 | 4 | 12 | 4.00 | เหมาะสมมาก |
| 2.5 | 4 | 4 | 4 | 12 | 4.00 | เหมาะสมมาก |
| 3.1 | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.67 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 3.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 3.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 3.4 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.1 | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 | เหมาะสมมาก |
| 4.2 | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.67 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.4 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.5 | 4 | 4 | 4 | 12 | 4.00 | เหมาะสมมาก |
| 4.6 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.7 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.1 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.4 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.5 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |

| รายการ ประเมินที่ | ระดับความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | ค่าเฉลี่ย | แปลผล |
|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|-----|-----------|------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 6.1 | 4 | 5 | 4 | 13 | 4.33 | เหมาะสมมาก |
| 6.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3 | 5 | 4 | 5 | 14 | 4.67 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 6.4 | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.67 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 7.1 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 7.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 7.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| เฉลี่ย | 4.84 | 4.84 | 4.78 | | | |



ตาราง 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง Zero Heroes ลดขยะ

| รายการ ประเมินที่ | ระดับความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | ค่าเฉลี่ย | แปลผล |
|----------------------|---------------------------------|---------|---------|-----|-----------|------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 1.1 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 1.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 1.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 1.4 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2.1 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2.4 | 4 | 5 | 4 | 13 | 4.33 | เหมาะสมมาก |
| 2.5 | 4 | 5 | 4 | 13 | 4.33 | เหมาะสมมาก |
| 3.1 | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 3.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 3.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 3.4 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.1 | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.67 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.2 | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.4 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.5 | 4 | 5 | 4 | 13 | 4.33 | เหมาะสมมาก |
| 4.6 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4.7 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.1 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.4 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5.5 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |

| รายการ ประเมินที่ | ระดับความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | ค่าเฉลี่ย | แปลผล |
|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|-----|-----------|------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 6.1 | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 6.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3 | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.67 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 6.4 | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 7.1 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 7.2 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 7.3 | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| เฉลี่ย | 4.78 | 5.00 | 4.84 | | | |



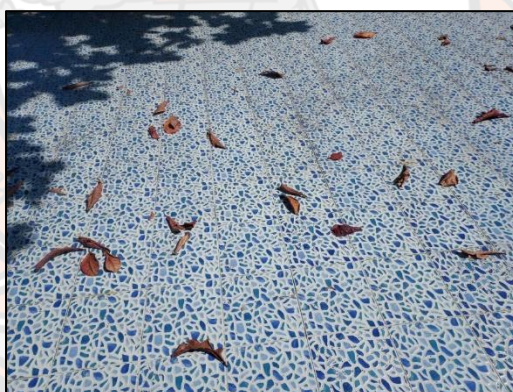
ภาคผนวก ง แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน
เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย

ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

โรงเรียนบ้านคลองชลประทานเป็นโรงเรียนที่มีต้นไม้จำนวนหลายต้นรอบบริเวณโรงเรียน ทำให้มีปริมาณการร่วงของใบไม้จำนวนมาก ทางโรงเรียนจึงมีกิจกรรมในช่วงเช้าของทุกวันเพื่อให้ นักเรียนทุกคนช่วยกันทำความสะอาดโรงเรียน รวมถึงการเก็บใบไม้ที่ร่วงหล่นจากต้นไม้เหล่านี้นำไป ทำปุ๋ยหมักชีวภาพเพื่อใช้สอยประโยชน์ในโรงเรียน แต่พบว่าปัญหาในการนำใบไม้มาทำปุ๋ยหมักชีวภาพคือมีใบไม้มีขนาดใหญ่เกินไปและใช้เวลานานกว่าจะย่อยหรือมีขนาดใบที่เล็กลง ดังนั้นโรงเรียน บ้านคลองชลประทานจึงต้องการให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คิดค้นอุปกรณ์ที่สามารถย่อย ใบไม้ให้มีขนาดเล็กลงเพื่อนำมาทำเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพ



1. จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าปัญหาคืออะไร

.....

.....

.....

.....

2. จากสถานการณ์ข้างต้นโรงเรียนบ้านคลองชลประทาน ต้องการออกแบบอุปกรณ์ที่สามารถย่อย ใบไม้ให้มีขนาดเล็กลง โดยอุปกรณ์นั้นต้องมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

3. จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าจะนำหลักการของเครื่องกลชนิดใดบ้างมาใช้ จงอธิบาย

4. ให้นักเรียนออกแบบอุปกรณ์ย่อยไปไม้ที่แตกต่างกัน **3 แบบ** โดยวาดรูปประกอบพร้อมอธิบายรายละเอียดพอสังเขป

| แบบที่ 1 | แบบที่ 2 | แบบที่ 3 |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ | วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ | วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ |
| สาเหตุที่เลือกใช้วัสดุ | สาเหตุที่เลือกใช้วัสดุ | สาเหตุที่เลือกใช้วัสดุ |

| | | |
|---|---|---|
| รูปแบบความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิต หรือท้องถิ่น | รูปแบบความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิต หรือท้องถิ่น | รูปแบบความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิต หรือท้องถิ่น |
| การประมาณการต้นทุนสร้าง อุปกรณ์ | การประมาณการต้นทุนสร้าง อุปกรณ์ | การประมาณการต้นทุนสร้าง อุปกรณ์ |

5. จากการออกแบบอุปกรณ์ย่อยไปไม้ที่แตกต่างกัน 3 แบบ ให้นักเรียนเลือกแบบอุปกรณ์ย่อยไปไม้
1 แบบที่ดีที่สุด มาออกแบบโครงร่าง โดยแบบที่เลือกได้แก่แบบที่ เพราะ

.....
.....
.....

6. ให้นักเรียนออกแบบโครงร่างอุปกรณ์ย่อยใบไม้ โดยโยงลูกศรที่ชี้ให้เห็นถึงการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาประกอบด้วย



7. ให้นักเรียนอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ย่อยไปไม้ที่นักเรียนออกแบบในข้อที่ 6) พร้อมบอกจุดเด่นและข้อจำกัดของชิ้นงาน

7.1 หลักการทำงาน

.....

.....

.....

7.2 จุดเด่น

.....

.....

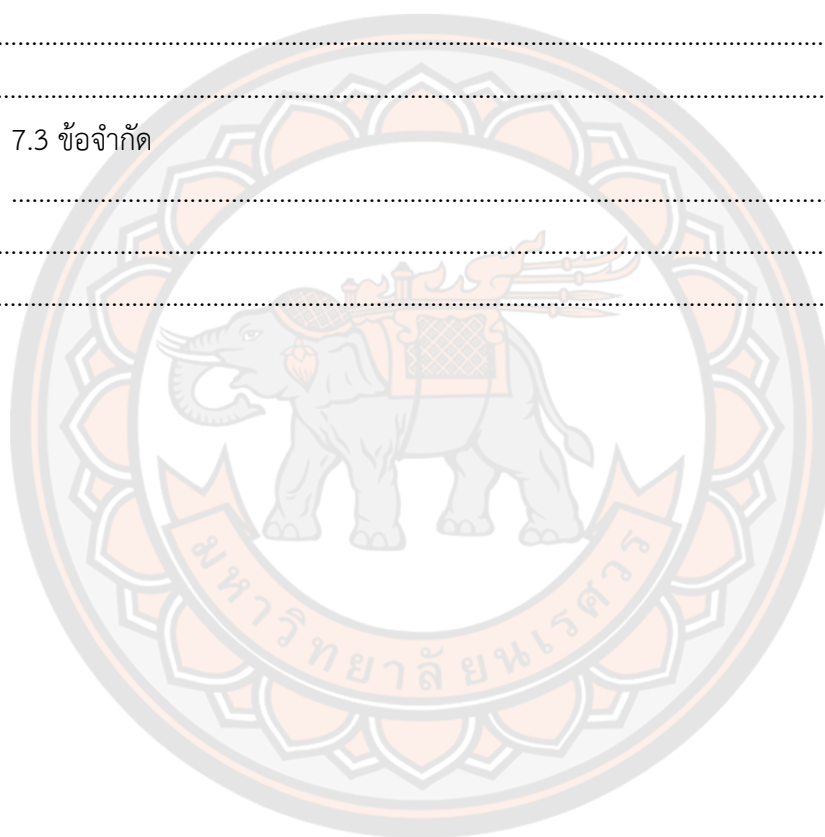
.....

7.3 ข้อจำกัด

.....

.....

.....



ภาคผนวก จ ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ
ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

| ข้อคำถาม | ระดับความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC |
|----------|---------------------------------|---------|---------|-----|------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | |
| 1 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 |
| 2 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 |
| 3 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 |
| 4 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 |
| 5 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 |
| 6 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 |
| 7 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 |